



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

**CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES  
ENTRE GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA A  
PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO E  
GEOPROCESSAMENTO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA,  
SERGIPE – BRASIL**

Sanmy Silveira Lima

Orientador: Prof. Dr. José Antônio Pacheco de Almeida

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias

São Cristóvão-SE  
2017

Sanmy Silveira Lima

**CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE GEOLOGIA E  
GEOMORFOLOGIA A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO  
E GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências.

**Orientador:** Dr. José Antônio Pacheco de Almeida

São Cristóvão–SE  
2017

**CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE GEOLOGIA E  
GEOMORFOLOGIA A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO  
E GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL**

por:

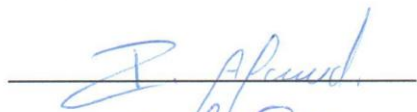
Sanmy Silveira Lima  
(Geólogo, Universidade Federal de Sergipe - 2014)

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Submetida em satisfação parcial dos requisitos ao grau de:

**MESTRE EM GEOCIÊNCIAS**

**BANCA EXAMINADORA:**



Dr. José Antônio Pacheco de Almeida [Orientador – UFS]



Dr. Jose Batista Siqueira [Membro Externo – DGEOL/UFS]



Dra. Adriane Machado [Membro Interno – PGAB/UFS]

Data Defesa: 07/02/2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

L732c      Lima, Sanmy Silveira  
Caracterização das inter-relações entre geologia e  
geomorfologia a partir do sensoriamento remoto e  
geoprocessamento na bacia hidrográfica do rio Japaratuba,  
Sergipe – Brasil / Sanmy Silveira Lima ; orientador José  
Antônio Pacheco de Almeida. – São Cristóvão, 2017.  
73 f. : il.

Dissertação (mestrado em Geociências e Análise de  
Bacias) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Geociências. 2. Bacias (Geologia). 3. Sensoriamento  
remoto. 4. Japaratuba, Rio, Bacia. I. Almeida, José Antônio  
Pacheco de. II. Título.

CDU 550.8:528.8

## DEDICATÓRIA

*Dedico àqueles que são os pilares da minha vida e sem os quais a mesma não teria sentido: meus pais, Liette e Josivaldo, e a minha irmã Solyane.*

## **AGRADECIMENTOS**

É chegada a hora da conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica, o mestrado, nesses dois anos de curso cresci como aluno, pesquisador, geólogo e pessoa.

Agradeço profundamente a minha família e meus amigos que compreenderam minha ausência durante essa jornada, ao meu orientador-amigo-professor Pacheco que muito me ensinou ao longo dessa pesquisa.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio recebido durante a pesquisa na forma de uma bolsa de estudos.

Por fim agradeço a todos que contribuíram de forma direta e/ou indireta para a conclusão dessa pesquisa.

## EPÍGRAFE

*“Lembre-se sempre, o seu foco determina a sua realidade.”*

Mestre Yoda – Star Wars

## **RESUMO**

As técnicas de processamento de imagens e dados permitiu caracterizar e analisar as inter-relações geológico-geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, localizada no estado de Sergipe – Brasil. Para a obtenção dos resultados, com base na metodologia, foram aplicadas técnicas de filtragem em dados orbitais ressaltando as estruturas lineares presentes na região. Os métodos viabilizaram uma análise semi-quantitativa, onde os diagramas de roseta mostram que as três variáveis (lineamentos, drenagem e representação linear de topos) estudadas na pesquisa estão agrupadas de forma preferencial a direção NW-SE. O diagnóstico também evidenciou que a rede de drenagem e a representação linear de topos na área são complexas e variáveis, apresentando densidades e padrões distintos controlados pelos lineamentos e pela litologia. A utilização dos dados de sensores remotos aliados às técnicas de geoprocessamento mostram-se eficazes na análise e caracterização da área de estudo, uma vez que foi possível obter informações sobre as estruturas geológicas e o modelado de maneira rápida.

Palavras-chave: Processamento de imagens e dados; estruturas lineares; litologia.



## **ABSTRACT**

The techniques of image and data processing allowed to characterize and analyze the geological-geomorphological interrelationships of the Japaratuba River Basin, located in the state of Sergipe - Brazil. To obtain the results, based on the methodology, filtering techniques were applied in orbital data highlighting the linear structures present in the region. The methods enabled a semi-quantitative analysis, where the rosette diagrams show that the three variables (lineaments, drainage and linear representation of crest) studied in the research are preferably grouped in the NW-SE direction. The diagnosis also showed that the drainage network and the linear representation of tops in the area are complex and variable, presenting distinct densities and patterns controlled by lineaments and lithology. The use of remote sensing data coupled with geoprocessing techniques proved to be effective in the analysis and characterization of the study area since it was possible to obtain information about geological structures and modeling in a fast way.

Keywords: Image and data processing; Linear structures; Lithology.

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	ii
<b>EPÍGRAFE</b> .....	iii
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SUMÁRIO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE SIGLAS</b> .....	ix
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>CAPÍTULO II - SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL</b> .....	18
RESUMO .....	19
ABSTRACT .....	19
RESUMEN .....	19
INTRODUÇÃO .....	20
MATÉRIAS E MÉTODOS .....	22
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33

<b>CAPÍTULO III - CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL .....</b>	<b>35</b>
RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	37
INTRODUÇÃO .....	38
LOCALIZAÇÃO DA ÁREA .....	40
CONTEXTO GEOLÓGICO .....	42
CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO.....	46
METODOLOGIA .....	48
RESULTADOS.....	50
DRENAGEM.....	50
LINEAMENTOS .....	52
REPRESENTAÇÃO LINEAR DE TOPOS .....	54
DISCUSSÃO .....	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
 <b>CAPÍTULO IV – CONCLUSÕES .....</b>	 <b>61</b>
 <b>ANEXOS .....</b>	 <b>63</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1</b> Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba (BHRJ). .....	21
<b>Figura 2</b> Mapa de drenagem automática da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba e imagem sombreada. ....	25
<b>Figura 3</b> Mapa de lineamentos da BHRJ sobreposto à imagem sombreada. ....	26
<b>Figura 4</b> Mapa de representação linear de topos da BHRJ. ....	27
<b>Figura 5</b> Mapa Hipsométrico da BHRJ. ....	28
<b>Figura 6</b> Declividade da BHRJ. ....	30
<b>Figura 7</b> Roseta de lineamentos. ....	31
<b>Figura 8</b> Representação por roseta da direção dos topos. ....	31
<b>Figura 9</b> Diagrama de roseta da drenagem. ....	32

### CAPÍTULO III

<b>Figura 1</b> Mapa de localização da área de estudo. ....	41
<b>Figura 2</b> Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba (Modificado de CPRM, 2014). ....	45
<b>Figura 3</b> Mapa geomorfológico da área de estudo. ....	47
<b>Figura 4</b> Drenagem e densidade de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba. ....	51
<b>Figura 5</b> Diagrama de rosetas de drenagem: A. frequência absoluta e B. comprimento absoluto. ....	52
<b>Figura 6</b> Lineamentos e densidade de lineamentos da área de estudo. ....	53
<b>Figura 7</b> Diagramas de Roseta de Lineamentos com direção preferencial NW/SE: A. frequência absoluta e B. comprimento absoluto. ....	54
<b>Figura 8</b> Mapa de representação linear de topos e sua densidade na Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba. ....	55
<b>Figura 9</b> Diagrama de roseta da representação linear de topos: A. frequência absoluta, onde pode se constatar a direção NW/SE; B. Comprimento absoluto. ....	56

## ÍNDICE DE SIGLAS

BHRJ – Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba

ETM - *Enhanced Thematic Mapper*

MNT – Modelo numérico do terreno

NE – Nordeste

NW - Noroeste

SE - Sudeste

SRTM – *Shuttle Radar Topographic Mission*

SW - Sudoeste

UTM - Universal Transversa de Mercator

SE-AL – Sergipe – Alagoas

# CAPÍTULO I

---

## INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta uma análise das inter-relações entre a geologia e a geomorfologia, usando o sensoriamento remoto e geoprocessamento na caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, localizada entre as bacias hidrográficas dos Rios São Francisco e Sergipe. O acesso principal se faz pela rodovia BR-101. A BHRJ é a única bacia hidrográfica totalmente inserida no Estado, possui uma área de aproximadamente 1.685km<sup>2</sup> e abrange 18 municípios.

A área de estudo apresenta um clima diversificado, contando com três principais tipos, sendo eles o megatérmico úmido, o megatérmico subsúmido e o megatérmico semiárido.

A vegetação presente na região varia de acordo com o clima, apresentando resquícios da Mata Atlântica, resquícios de caatinga na porção oeste e na parte central, arbórea/arbustiva, característica do agreste. A Capoeira ou Floresta Secundária (vegetação que surge após a destruição da cobertura primitiva, para o uso agrícola ou pecuário, e seu posterior abandono) está presente por toda a área de estudo. A Caatinga encontra-se presente na região, sendo este o único bioma exclusivamente brasileiro sendo este constituído por vegetação de porte arbustivo e gramíneas pouco expressivas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba caracteriza-se por apresentar um grande potencial mineral explorado, a exemplo do: petróleo, gás natural, sal gema, potássio, magnésio dentre outras commodities. As atividades agrícolas e pecuárias também desempenham papel fundamental na economia dos municípios inseridos na bacia, com o crescimento do perímetro irrigado e a intensificação das plantações da cana-de-açúcar.

Com o crescente avanço da geotecnologia nos últimos anos e sua ampla gama de utilizações, este estudo aborda as mais recentes técnicas de tratamento de dados e análises espaciais, para obter e compreender as estruturas geológicas e geomorfológicas da região, bem como suas inter-relações.

De acordo com Botelho (1999), bacia hidrográfica é definida como uma área delimitada por divisores de água, cuja drenagem é basicamente composta

por um rio principal e seus tributários, onde a água escoar para um único exutório.

Toda bacia hidrográfica constitui uma unidade territorial fundamental para a pesquisa, planejamento e gestão ambiental (Botelho e Silva, 2004). Segundo Abdon (2004) essa tendência se acentuou com a adoção da Política Nacional de Recursos Hídricos.

A partir dos limites de uma bacia hidrográfica pode ser elaborada uma caracterização do meio físico, assim compreendendo as diversas inter-relações entre os diversos componentes fisiográficos.

A integração de informações relativas ao meio físico de bacias hidrográficas em sistemas computacionais, com o uso do geoprocessamento e sensoriamento remoto, torna-se uma importante ferramenta para a elaboração de produtos. De acordo com Braga et al. (2005), o cruzamento de tais produtos permite a geração de dados relativos aos fatores ambientais da bacia hidrográfica.

O estudo teve como objetivo realizar a análise das inter-relações geológico-geomorfológicas a partir do uso da geotecnologia, bem como extrair e calcular a densidade da drenagem, da representação linear de topos e dos lineamentos de forma automática; determinar a hipsometria da área de estudo; analisar o grau de declividade do modelado e analisar as inter-relações geológicas-geomorfológicas, com base na sobreposição dos produtos anteriormente obtidos.

Como resultados foram obtidos mapas temáticos com a representação da drenagem, dos lineamentos e dos topos, bem como diagramas de roseta com a frequência e o comprimento absoluto de cada variável, mapas de densidade além da hipsometria e declividade da área estudada.

Tendo em vista as regras do programa de pós-graduação para obtenção do título de mestre, foram submetidos dois artigos, um na GeoNordeste – UFS (Qualis CAPES – B5) e outro na revista GEOCIÊNCIAS – UNESP (Qualis CAPES – B2). Os comprovantes de submissão encontram-se nos anexos 1 e 2. Os capítulos 2 e 3 desta dissertação contam com a formatação imposta para a



submissão de artigos pelas respectivas revistas. O anexo 3 apresenta os fluxogramas elaborados para simplificar a metodologia elaborada durante a pesquisa.

Abdon M. M. 2004. *Os impactos ambientais no meio físico - erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária*. PhD Thesis. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 322 p.

Botelho R. G. M. & Silva A. S. 2004. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental *In: Vitte A. C. & Geurra A. J. T. (eds.) Reflexões sobre a geografia física no Brasil*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 153 - 192.

Botelho R. G. M. 1999. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica *In: Guerra A. J. T., Silva A. S., Botelho R. G. M. (eds.) Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 269 - 300.

Braga B., Hespanhol I., Conejo J.G.L., Mierzwa J.C., Barros M.T.L., Spencer M., Porto M., Nucci N., Juliano N., Eiger S. 2005. *Introdução a Engenharia Ambiental*. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 318 p.

## CAPÍTULO II

---

# SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE - BRASIL

REVISTA GEONORDESTE

# **SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE - BRASIL**

## **REMOTE SENSING AND GEOPROCESSMENT APPLIED TO THE GEOLOGICAL-GEOMORPHOLOGICAL STUDY OF THE JAPARATUBA RIVER BASIN, SERGIPE – BRAZIL**

## **TELEDETECCIÓN Y GEOPROCESAMIENTO APLICADOS AL ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL**

### **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo aplicar técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para a caracterização das inter-relações geológico-geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba (BHRJ), localizada no nordeste do estado de Sergipe. A metodologia empregada consiste na aquisição de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographyc Mission*) para a extração da drenagem de forma automática, como também do relevo sombreado que deram suporte aos métodos automáticos de extração de lineamentos geológicos e representação de linear de topos. Os métodos viabilizaram análises semi-quantitativas no mapeamento das estruturas geológico-geomorfológicas, onde os diagramas de roseta mostram que as três variáveis utilizadas na pesquisa a drenagem, as estruturas lineares e a representação linear de topos estão agrupadas de forma preferencial na direção NW-SE e um *trend* subordinado na direção NE-SW, devido ao controle estrutural exercido pelas rochas do embasamento. O estudo serve como fonte de informações das formas do relevo presentes na região, bem como apresenta os riscos de erosão, e restrições para o uso e ocupação urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.

**Palavras-chave:** sensoriamento remoto e geoprocessamento; SRTM; Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.

### **ABSTRACT**

This article aims to apply remote sensing and geoprocessing techniques to characterize the geological-geomorphological interrelationships of the Japaratuba River Basin (BHRJ), located in the northeast of the state of Sergipe. The methodology employed is the acquisition of SRTM data (*Shuttle Radar Topographyc Mission*) to extract the drainage automatically, as well as the shaded relief that supported the automatic methods of extraction of geological lines and representation of linear tops. The methods enabled semi-quantitative analyzes in the mapping of the geological-geomorphological structures, where the rosette diagrams show that the three variables used in the drainage survey, the linear structures and the linear representation of tops are grouped preferably in the NW-SE direction And a subordinate trend in the NE-SW direction, due to the structural control exerted by the basement rocks. The study serves as a source of information on the relief forms present in the region, as well as presents the risks of erosion, and restrictions for the urban use and occupation of the Japaratuba River Basin

**Keywords:** remote sensing and geoprocessing; SRTM; Japaratuba River Basin.

### **RESUMEN**

Este artículo pretende aplicar técnicas de teledetección y geoprocésamiento para caracterizar las interrelaciones geológico-geomorfológicas de la Cuenca del Río Japaratuba (BHRJ), ubicada en el noreste del estado de Sergipe. La metodología empleada es la adquisición de datos SRTM (*Shuttle Radar Topographyc Mission*) para extraer automáticamente el drenaje, así como el relieve sombreado que soportaba los métodos automáticos de extracción de líneas geológicas y representación de tops

lineales. Los métodos permitieron análisis semi-cuantitativos en el mapeo de las estructuras geológico-geomorfológicas, donde los diagramas de roseta muestran que las tres variables utilizadas en la prospección de drenaje, las estructuras lineales y la representación lineal de las cumbres se agrupan preferentemente en la dirección NW-SE Y una tendencia subordinada en la dirección NE-SW, debido al control estructural ejercido por las rocas del sótano. El estudio sirve como fuente de información sobre las formas de relieve presentes en la región, así como presenta los riesgos de erosión y las restricciones para el uso y ocupación urbana de la Cuenca del Río Japaratuba

**Palabras clave:** teledetección y geoprocesamiento; SRTM; Cuenca del Río Japaratuba.

## 1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba (BHRJ) localizada no nordeste do estado de Sergipe (Figura 1). O acesso principal se faz pela rodovia BR-101. A BHRJ é a única bacia hidrográfica totalmente inserida no Estado, possui uma área de aproximadamente 1685 km<sup>2</sup>, apresenta um perímetro de 247,30 km e seu rio principal, o Japaratuba, tem uma extensão de 135 km. Nasce na Serra da Boa Vista entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso e desagua no Oceano Atlântico. Aragão *et al.* (2009) destacam como principais afluentes que compõem a bacia os rios: Siriri, pela margem direita e o Japaratuba Mirim pela margem esquerda. Essa bacia hidrográfica abrange 18 municípios sergipanos.

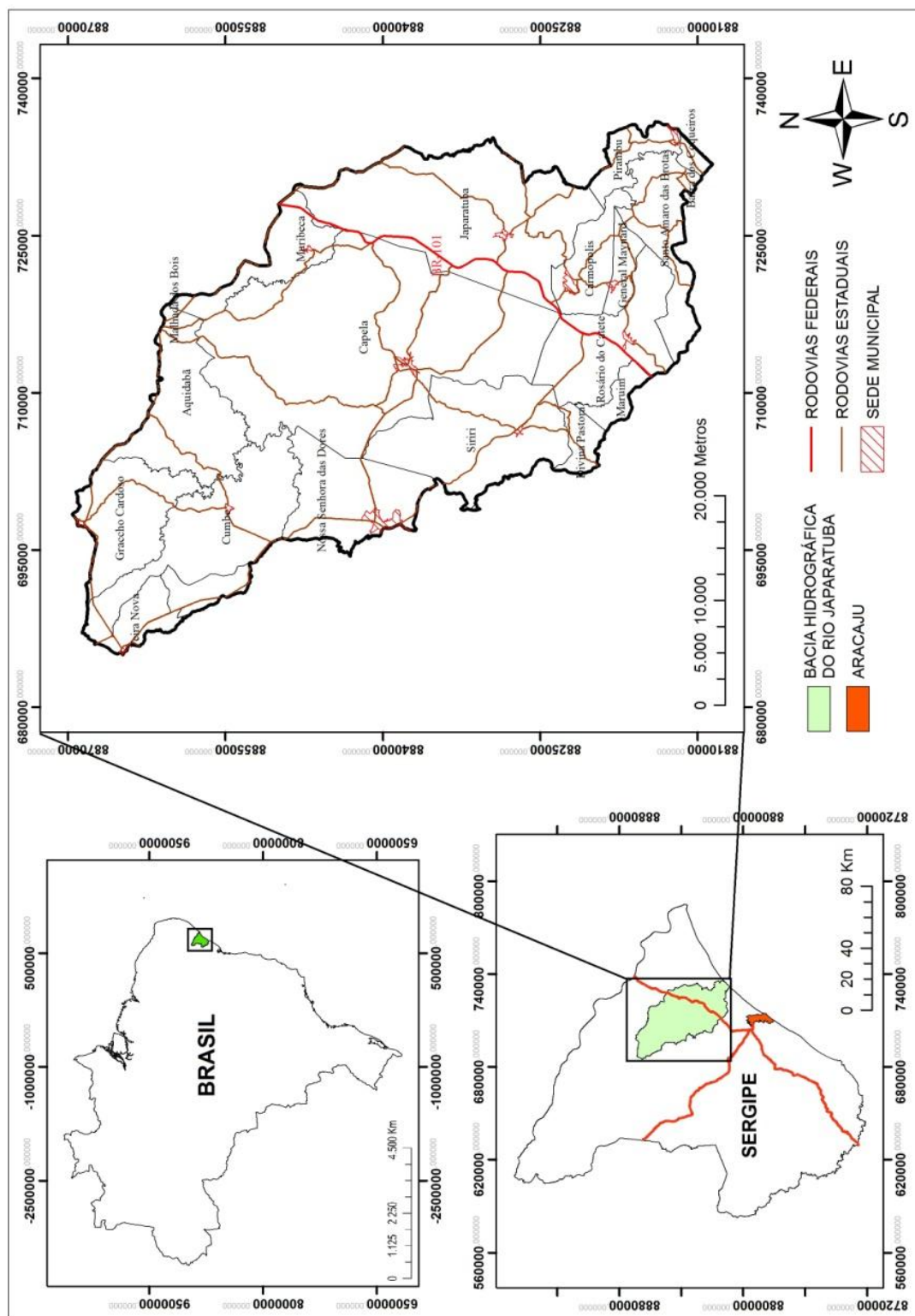
As geotecnologias têm apresentado um rápido desenvolvimento graças aos avanços tecnológicos feitos nas ultimas décadas. E podem ser empregadas em diversas aplicações, a exemplo do estudo dos aspectos geológicos, geomorfológicos, ambientais, dentre outros.

Neste trabalho, as geotecnologias serão empregadas no estudo das inter-relações geológico-geomorfológicas da BHRJ. A utilização dessas tecnologias tem se mostrado eficaz no mapeamento geológico-geomorfológico, uma vez que se pode obter informações sobre a litologia, as estruturas geológicas e o modelado.

O estudo aborda técnicas de tratamento digital de imagens (Landsat 8), análises de imagens multiespectrais e dados interferométricos (*Shuttle Radar Topography Mission-SRTM*), com o objetivo de melhor compreender as inter-relações geológico/geomorfológicas da BHRJ.

A partir dos dados SRTM são obtidas às imagens sombreadas que permitiram identificar os lineamentos, bem como a extração automática do sistema de drenagem. Como

passo seguinte, foram elaboradas a carta de declividade e a hipsometria para subsidiar o estudo geomorfológico da BHRJ.



**Figura 1-** Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba (BHRJ).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A utilização das geotecnologias para a determinação das características da área de estudo é de grande importância. Para isso, são descritas a seguir, as etapas realizadas em uma rotina de processamento de imagens e dados, as quais envolvem: modelo numérico do terreno (MNT), relevo sombreado, drenagem automática, lineamento automático, mapa de hipsometria e diagrama de rosetas. Todos os mapas apresentam-se no sistema de coordenadas cartesianas bidimensionais UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum Sirgas 2000, Zona 24S.

Segundo Rabus *et al.* (2003), para a geração de um MNT, deve-se primeiro efetuar um levantamento de dados disponíveis e procurar caracterizá-los espacialmente. Em seguida, introduz-se os dados no sistema (digitalização/vetorização), estabelecendo os parâmetros de interpolação dos pontos e por fim aplica-se o módulo MNT do *software* Spring para a geração do modelo.

As amostras disponíveis para a elaboração das grades representam o comportamento do relevo da região. Medeiros *et al.* (2009) afirmam que essa representação não preserva a quantidade e nem a espacialização original dos dados, no entanto permite uma fácil avaliação visual e qualitativa do modelado. A partir dos dados SRTM foi elaborada a grade retangular utilizada para produzir imagens em níveis de cinza, possibilitando dessa forma, a extração automática da drenagem.

Para a elaboração da imagem sombreada foram utilizados os dados SRTM reamostrados para 30 m e manuseados no *Spring*. De acordo com a metodologia proposta por Smith & Clark (2005), se fez necessário duas composições com azimutes e iluminações diferentes. Estas composições por sua vez, devem ser perpendiculares à principal direção das estruturas para formação das zonas sombreadas que identificaram as estruturas lineares.

A drenagem automática foi gerada através do Modelo Numérico do Terreno no *software* ArcGis. A rede de drenagem automatizada foi extraída utilizando a metodologia de Ros & Borga (1997), que consiste na combinação do reconhecimento de pixels côncavos como potenciais pontos de transmissão (*Flow Direction*) e na atribuição de um sentido de drenagem para cada célula do MNT e a derivação posterior da rede de drenagem (*Flow Accumulation*).

A partir da metodologia desenvolvida por Conceição *et al.* (2013) os quais utilizaram imagens orbitais e o relevo sombreado para a extração dos lineamentos, através de um algoritmo implementado no *software Geomática*. O procedimento desenvolvido por Conceição *et al.* (2013) consiste em transformar feições lineares contidas nas imagens em um segmento vetorial de forma automática.

A extração de topos foi obtida a partir dos pontos de máximo e mínimo das feições topográficas, no *software* Global Mapper onde o algoritmo calcula o valor de altitude correspondente a dois terços do máximo e gera isolinhas das altitudes dos topos. Estas isolinhas são armazenadas em um plano de informação temático.

O Mapa de declividade ou carta clinográfica segundo Silva & Rodrigues (2009) tem por objetivo "mostrar as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal. Servindo como fonte de informações das formas do relevo, das aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana". Tal mapa de aptidões é elaborado com base no MNT a partir da metodologia apresentada por Ross *et al.* (2000).

Leonowicz *et al.* (2009) abordam a hipsometria como uma representação da elevação de um terreno através de cores. As cores utilizadas possuem uma equivalência com a elevação do terreno. Lima *et al.* (2014) afirmam que os estudos hipsométricos possibilitam conhecer o relevo de uma região de forma mais aprofundada e quais são os fenômenos que ocorrem em sua superfície.

Segundo Reeves *et al.* (1983) e Souza Jr. (1998), os diagramas podem apresentar formas circulares, semicirculares ou em estrela. Os diagramas indicam o número total de estruturas lineares nas direções, a sua frequência ou o seu comprimento acumulado. Este tipo de diagrama é geralmente utilizado para mostrar as direções estruturais dominantes e suas variações. Nesta pesquisa o diagrama de rosetas foi usado para identificação das feições geológicas, como também a direção principal da drenagem e dos topos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a aplicação da metodologia na área obteve-se os seguintes resultados: mapa de drenagem obtido de forma automática (Figura 2), o qual apresenta uma rede hídrica diversificada. Segundo o modelo de Strahler (1957) é possível encontrar rios de primeira, segunda e terceira hierarquia. Através da análise da classificação de Strahler (1957) pode-se

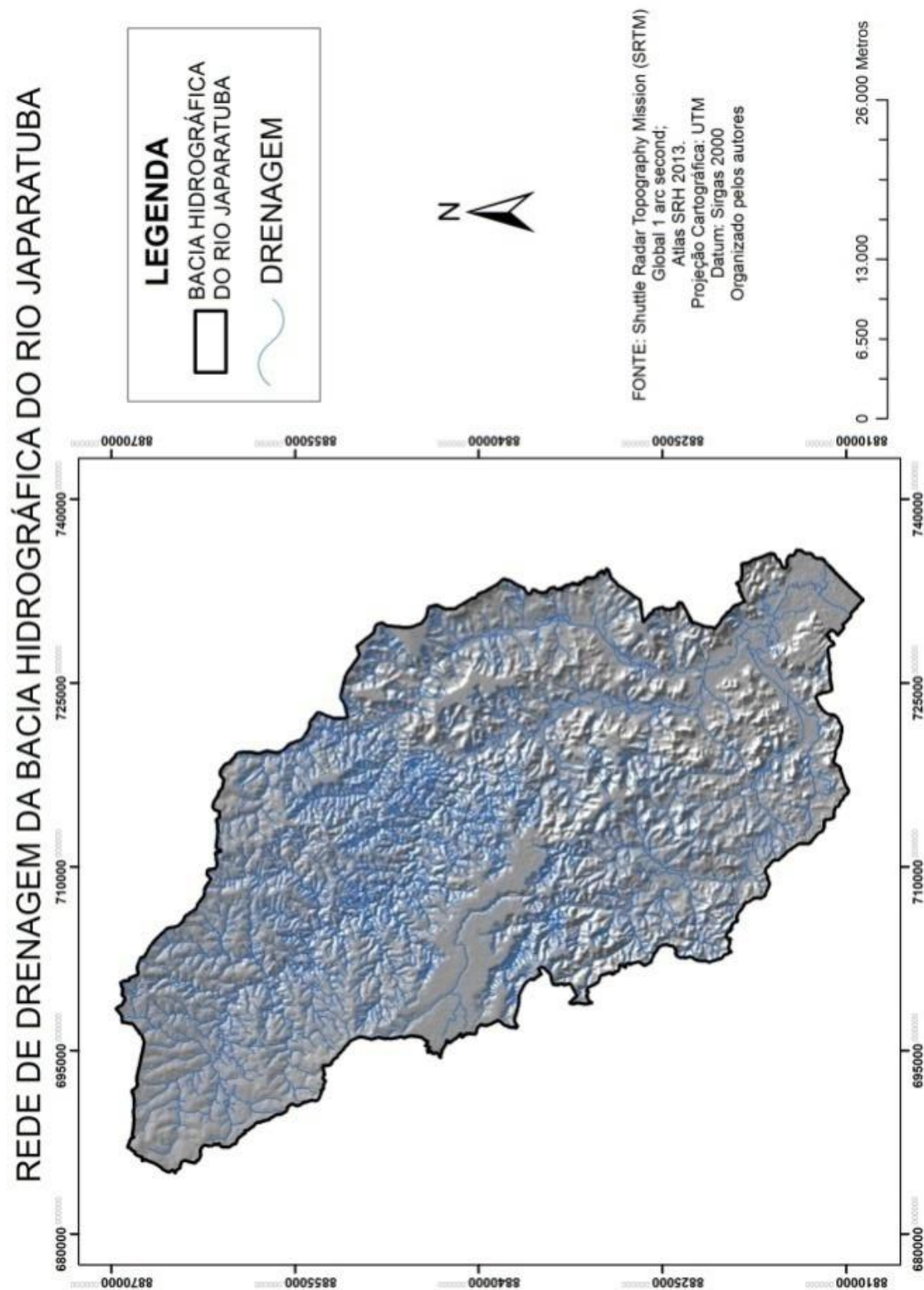
também compreender o nível de erosão dentro de uma bacia, bem como o grau de transporte de sedimentos e a ação fluvial no relevo, uma vez, que quanto maior a quantidade de drenagens maior será a ação fluvial no relevo. Pode-se verificar na figura 2 uma maior presença de drenagens na zona central da bacia hidrográfica, sendo está uma zona com alto índice de erosão e possível baixa permeabilidade do substrato, por conta das rochas da Faixa de Dobramentos Sergipana, induzindo ao fluxo superficial.

Segundo O'Leary *et al.* (1976) lineamentos são estruturas mapeáveis que apresentam características simples ou compostas de uma superfície, cujas partes são alinhadas apresentando-se de forma retilínea e diferindo dos padrões adjacentes. A carta imagem com os lineamentos (Figura 3), também foi obtida de forma automática, de acordo com a metodologia proposta por Conceição *et al.* (2013), apresentando uma população de 329 lineamentos com tamanhos variando de 342 m até 7741 m, A direção predominante é NW-SE (Figuras 3 e 7).

De acordo com a definição de Guerra (2008) topos são as partes mais elevadas de um morro, por vezes pode ser usado como sinônimo de cume. A partir deste conceito básico foi elaborada uma representação linear dos topos (Figura 4), tal representação vetorial foi obtida de forma automática. A Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba tem relevo suave com poucos altos estruturais. É importante salientar que o maior número de representações lineares de topos foram encontrados na borda noroeste da bacia hidrográfica, onde se encontra a Serra da Boa Vista, local da nascente do Rio Japarutuba.

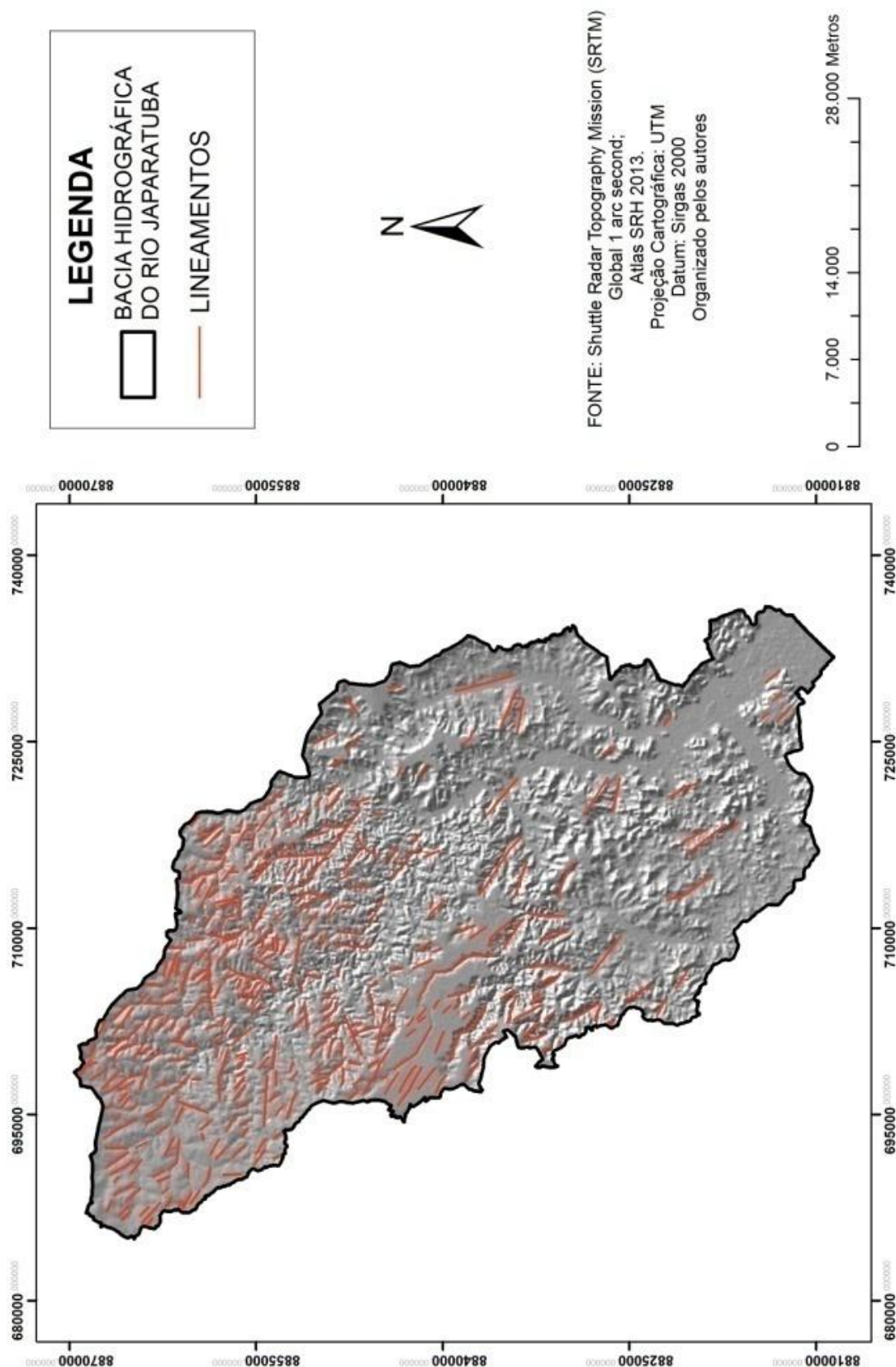
Leonowicz *et al.* (2009) afirmam que a hipsometria é um método bastante popular para a representação do relevo e que frequentemente está associado ao relevo sombreado como mostra a figura 4. Leonowicz *et al.* (2009) ainda ressaltam que as principais formas de relevo positivo ganham destaque no mapa hipsométrico e que as linhas de contorno podem ser deslocadas para a melhor visualização da informação. Tendo estes princípios como base foi gerado o mapa hipsométrico (Figura 5). Em um segundo momento foi gerado o mapa de declividade. Braga *et al.* (2005) aborda o cruzamento de tais produtos para a caracterização de forma satisfatória da topografia. Com a sobreposição das informações também foi possível individualizar as unidades que compõe a área. O mapa hipsométrico destaca seis diferentes classes de elevação, com maior representatividade temos a classe de 0-45 e a classe de 135-180. A classe de 225-270 representa parte da Serra da Boa Vista, onde se localiza a nascente do rio principal da bacia hidrográfica estudada.



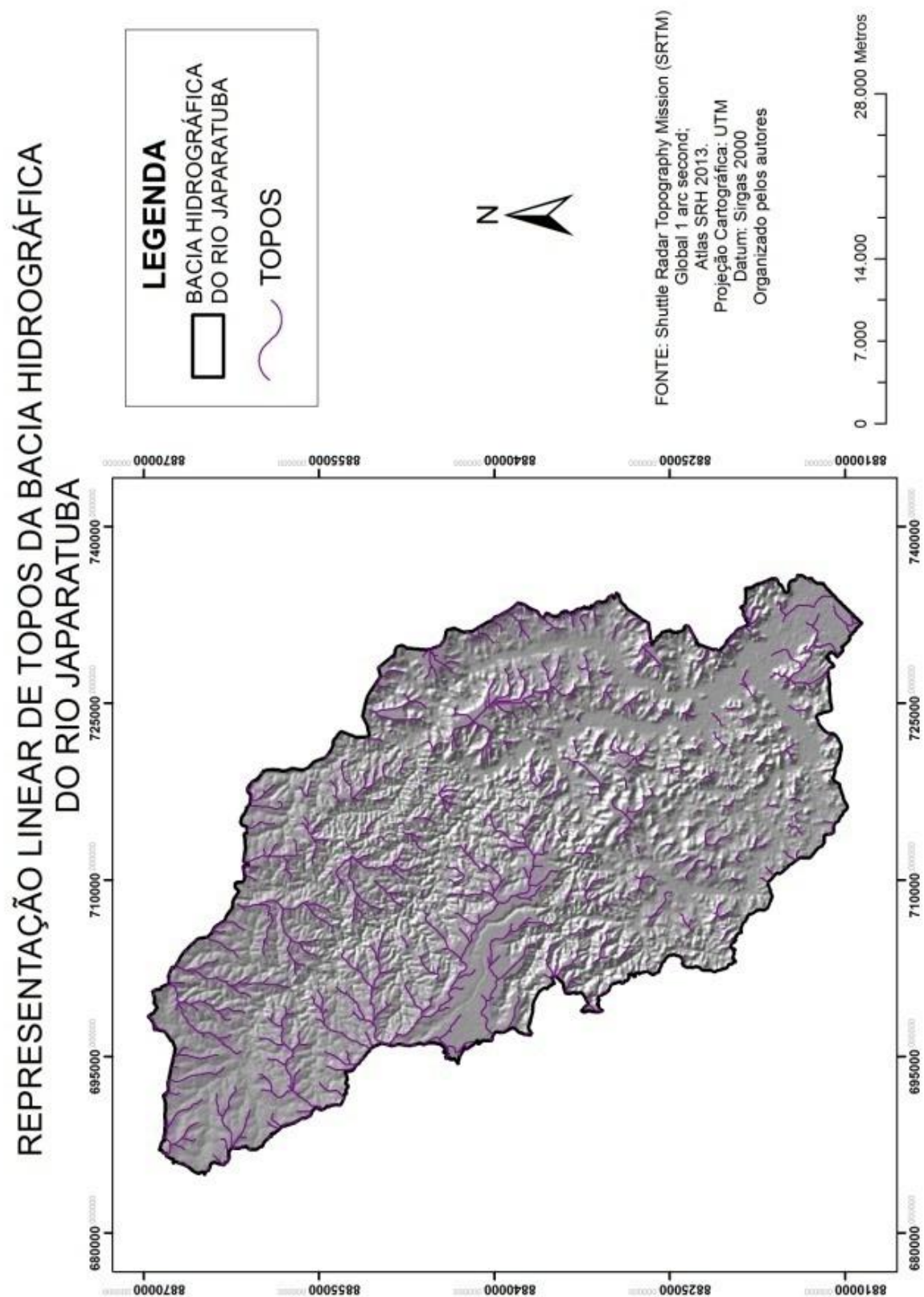


**Figura 2** - Mapa de drenagem automática da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba e imagem sombreada.

# LINEAMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA



**Figura 3** - Mapa de lineamentos da BHRJ sobreposto à imagem sombreada.



**Figura 4** - Mapa de representação linear de topos da BHRJ.



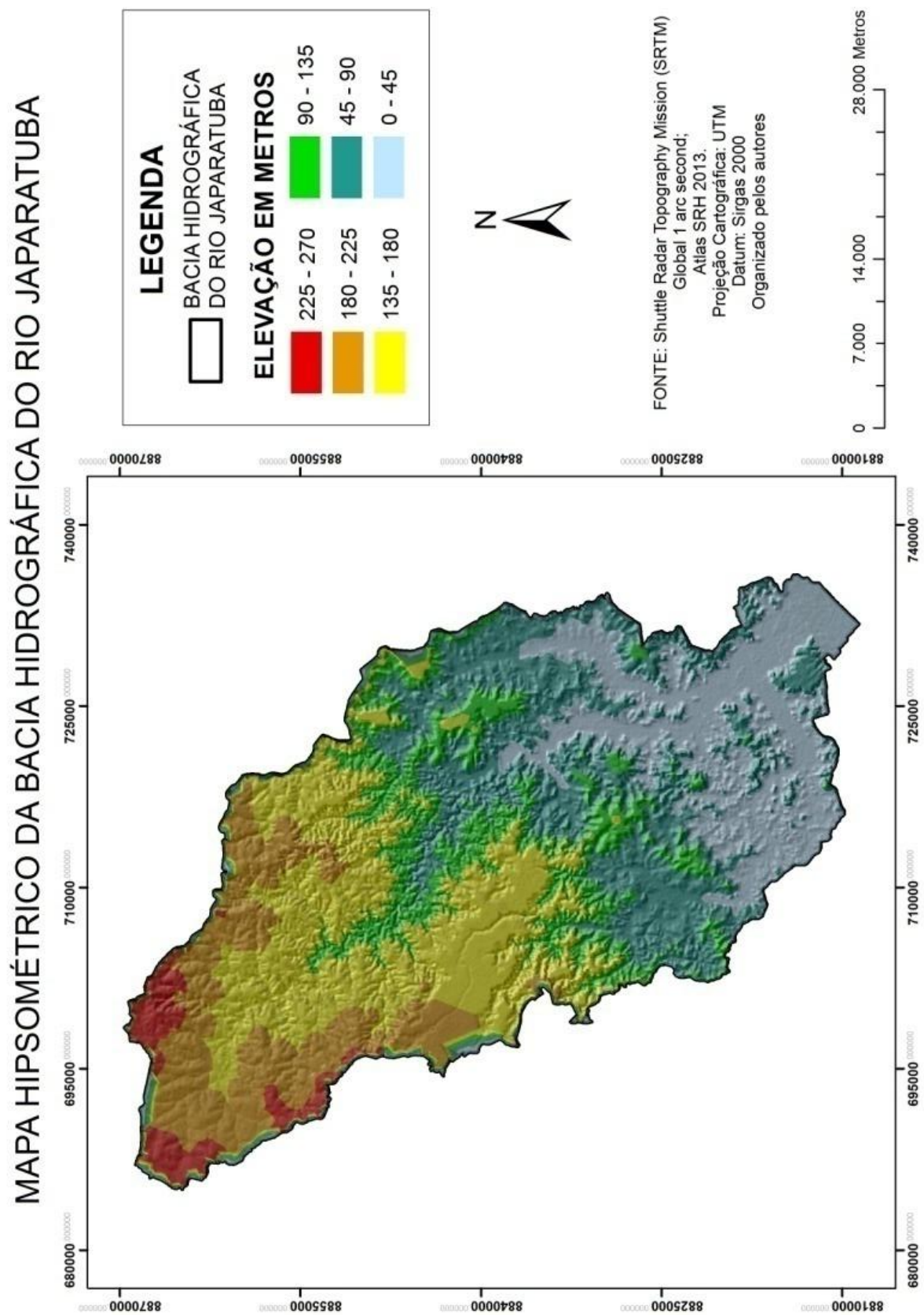


Figura 5 - Mapa Hipsométrico da BHRJ.

A declividade da área agrupa-se em cinco classes, definidas a partir da metodologia elaborada por Ross et al. (2000), onde tais classes são representadas por porcentagem. A figura 6 destaca como principais classes, as que se apresentam no intervalo entre 0-2% e 5-12%. O mapa de declividade foi apresentado para a área da bacia hidrográfica e seu entorno, uma vez que se realizou o corte somente para a área de estudo ocasionaria prejuízo à qualidade do dado apresentado.

Por fim foram utilizados os diagramas de roseta para mostrar a frequência e a principal direção das estruturas geológicas (lineamentos) e geomorfológicas (representação linear de topos). Também foi elaborada uma roseta de drenagem, a qual está relacionada com a geologia e a geomorfologia.

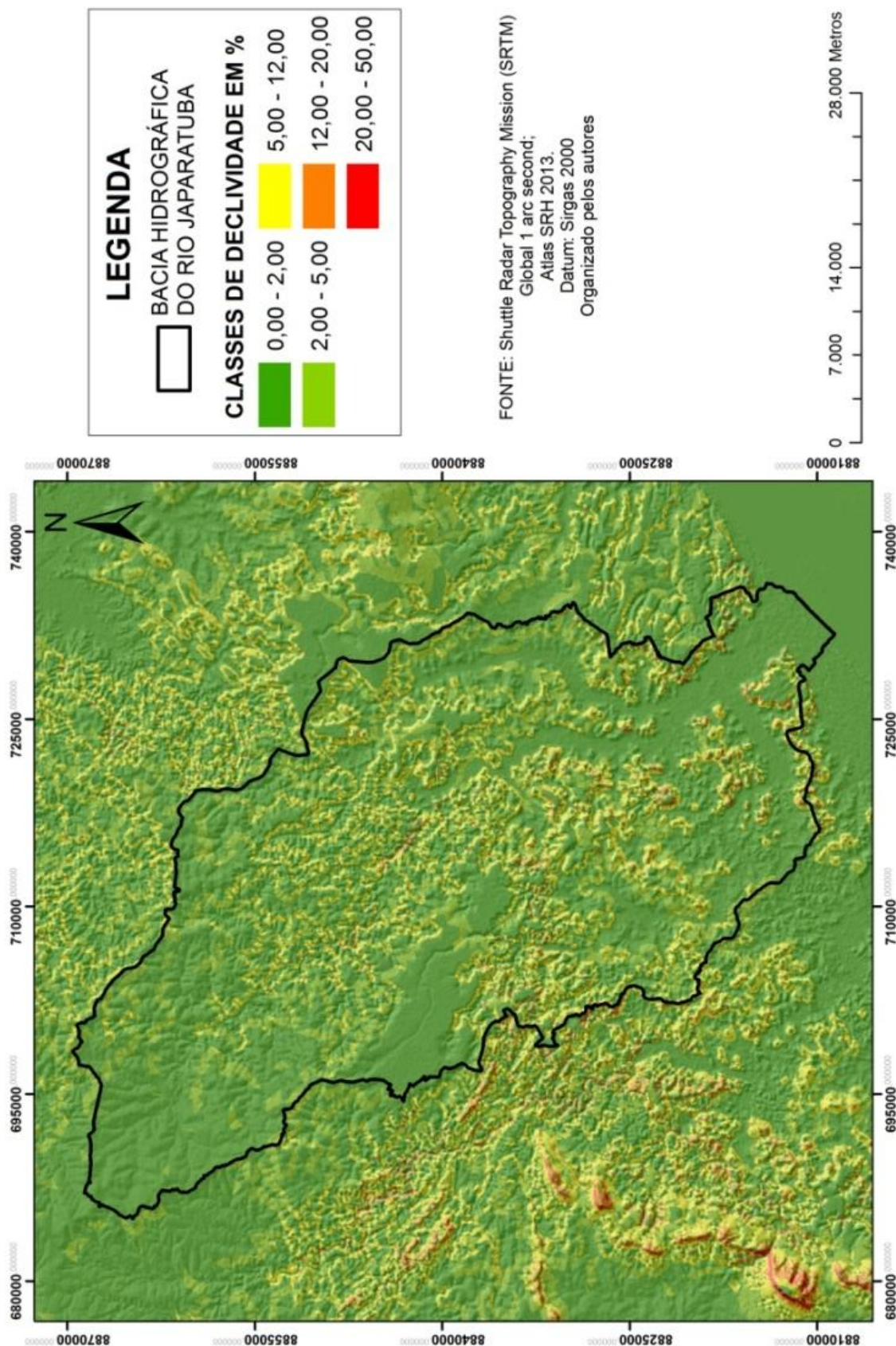
A figura 7 mostra a frequência e a direção principal dos lineamentos da BHRJ, onde se refleti um significativo controle estrutural. O diagrama de roseta apresenta uma direção NW-SE bem definida.

Pode-se verificar que tanto os diagramas de roseta de lineamentos quanto o diagrama de roseta das representações lineares de topos (Figura 8), apresentam a mesma direção principal (NW-SE). Entretanto, o diagrama de roseta das representações lineares de topos (figura 9) também realça um *trend* NE, os quais devem refletir as foliações, as fraturas e as falhas presentes nas rochas da área de estudo. Assim, pode-se deduzir que na BHRJ, a geomorfologia está associada às estruturas geológicas.

Como abordado na metodologia, o diagrama de roseta mostra a frequência e a direção das feições geológicas e geomorfológicas.

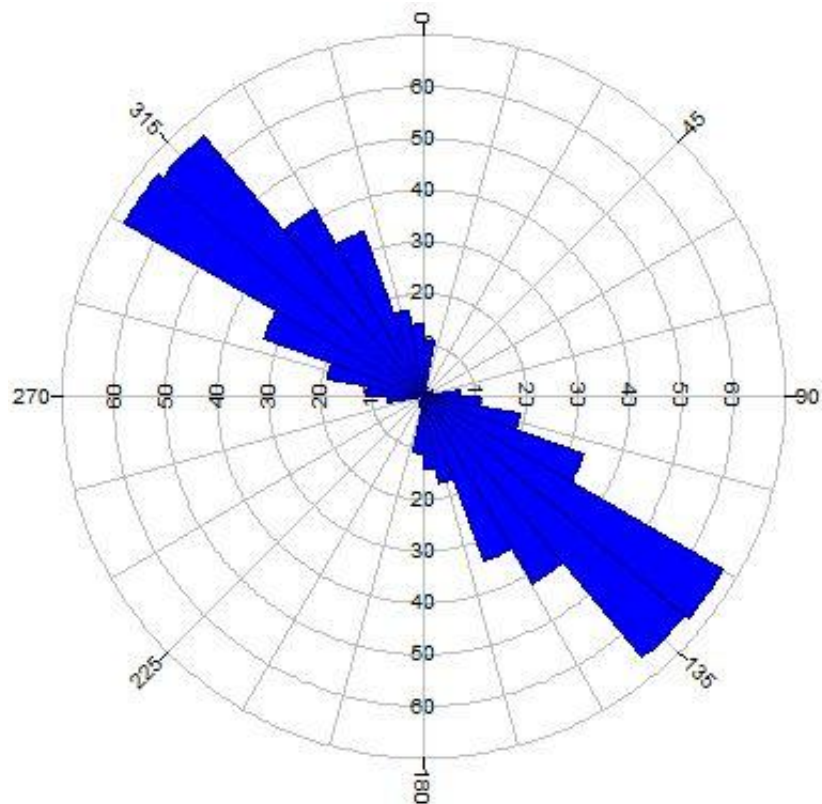
A partir dos dados obtidos pelo mapa de drenagem e pelo diagrama de lineamentos, verifica-se que o rio principal da BHRJ tem o curso na mesma direção das feições lineares (lineamentos), porém por ser apenas um rio, a sua frequência finda, sendo menor que a dos demais rios de segunda e terceira ordem (Figura 9). Devido à quantidade de rios de terceira ordem encontrados na região, as direções de drenagem não se encontram em total conformidade com os demais diagramas de roseta (lineamentos e representação linear de topo), mesmo assim é possível notar uma frequência na direção NE/SW, assim como a mesma direção se encontra presente na roseta de direção de topos de maneira mais destacada, deixando assim evidente as inter-relações entre a drenagem, a geomorfologia e a geologia.

# MAPA DE DECLIVIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA

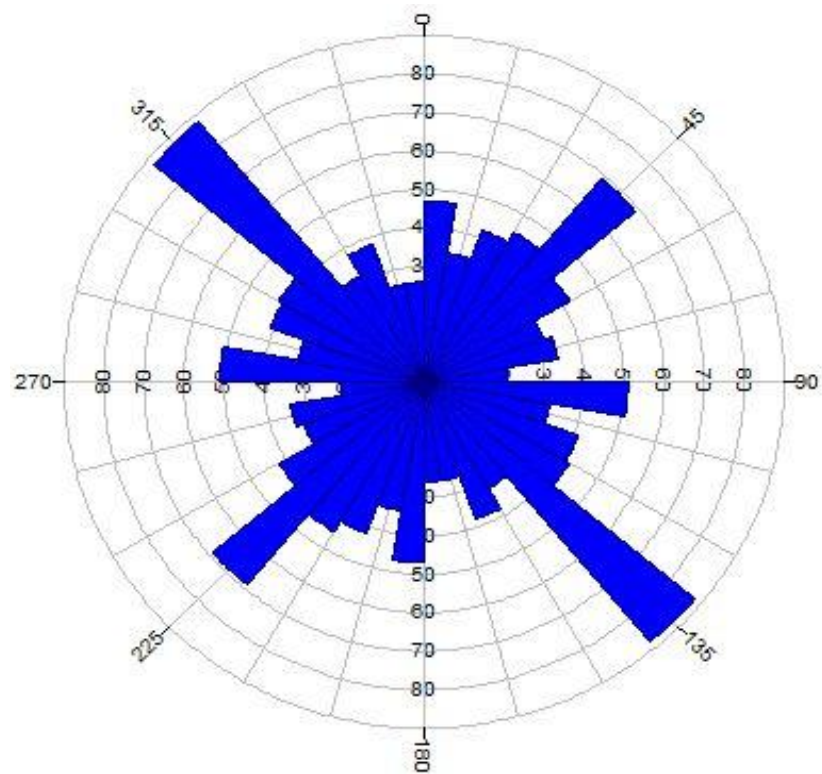


**Figura 6** - Declividade da BHRJ.

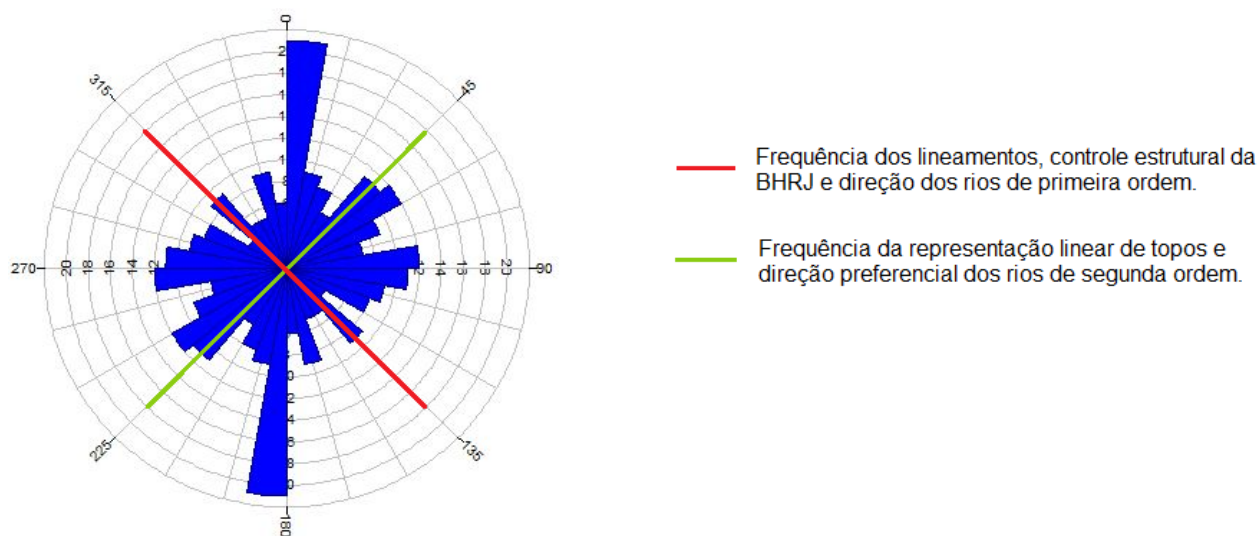




**Figura 7** - Roseta de lineamentos.



**Figura 8** - Representação por roseta da direção dos topos.



**Figura 9** - Diagrama de roseta da drenagem.

#### 4 CONCLUSÕES

Os métodos viabilizaram análises semi-quantitativas no mapeamento das estruturas geológico-geomorfológicas, onde os diagramas de roseta mostram que as três variáveis utilizadas na pesquisa drenagem, estruturas lineares e representação linear de topos estão agrupadas de forma preferencial na direção NW-SE e um *trend* subordinado na direção NE-SW, devido ao controle estrutural exercido pelas rochas do embasamento. Estas observações corroboram com a correlação existente entre a geomorfologia e a geologia, bem como a importância do estudo integrado das mesmas.

É importante ressaltar que os dados obtidos por esta pesquisa podem auxiliar no ordenamento territorial da BHRJ, pois o mapa de declividade ou carta clinográfica mostra as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal e serve como fonte de informações das formas do relevo, das aptidões agrícolas, riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana. Os dados são gerados de forma rápida e podem ser atualizados ao longo do tempo, para o aprimoramento dos estudos da bacia hidrográfica, bem como para gestão de uso.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, R.; ALMEIDA, J. A.P.; FIGUEIREDO, E.E.; SRINIVASAN, V.S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15,n 7, p. 731-740, 2011.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J.G.L., MIERZWA, J.C., BARROS, M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318 p. 2005.
- CONCEIÇÃO, R.A.C.; SILVA, A.Q. Extração automática de lineamentos utilizando imagens SRTM, Landsat ETM+ e ALOS PALSAR na região de Nobres, MT. In: Epiphany JCN, Galvão LS, editores. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**: Abril 13-18; Foz do Iguaçu, PR. São José dos Campos(SP): INPE, p. 3688-3695, 2013.
- GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. Novo **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 648 p. 2008.
- LEONOWICZ, A.M.; JENNY, B; HURNI, L. Automatic generation of Hypsometric layers for small-scale maps. **Computers & Geosciences**, v 35, p. 2074-2083, 2009.
- LIMA, S.S; ALMEIDA, J.A.P; SIQUEIRA, J.B.; ALMEIDA, G.M.; ROSA, L.R.J. Aplicação de geoprocessamento e dados SRTM no estudo geomorfológico do município de Malhador-SE. In: Dias NW, editor. **Anais do VII Geonordeste**: Novembro 18-21; Aracaju, SE. Aracaju (SE): RESGEO, p. 139-143. 2014.
- MEDEIROS, L.C.; FERREIRA, N.C.; FERREIRA, L.G. Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 61, n2, p. 138-151. 2009
- O'LEARY, D.W; FRIEDMAN, J.D.; POHN, H.A.; Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 87, n. 10, p. 1463-1469, 1976.
- RABUS, B.; EINEDER, M; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography-a new class of digital elevation models acquired by space borne radar. **ISPRS. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 57, p. 241-262, 2003.
- REEVES, R.G.; ANSON, A.; LANDEN, D. **Manual of remote sensing**. Fall Church: American Society of Photogrammetry, 2440 p. 1983.
- ROS, D; BORGA, M. Use of Digital Elevation Model Data for the Derivation of the Geomorphological Instaneous Unit Hydrograph. **Hydrological Processes**, v. 11, p. 13-33, 1997.
- ROSS, J; SANCHES, L. Geomorfologia aplicada aos EIA's RIMA's. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. editores. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,. 335 p. 2000.

SILVA, T.I.; RODRIGUES, S.C.; Tutorial de cartografia geomorfológica. **Revista geográfica acadêmica**, v. 3, n 2, p. 1-66. 2009.

SMITH, M.J.; CLARK, C.D. Methods for the visualization of digital elevation models for landform mapping. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 30, p. 885-900, 2005.

SOUZA-JUNIOR, M.A. **Sensoriamento remoto aplicado no estudo de estruturas geológicas com ocorrências de depósitos minerais, na porção centro-norte do estado da Paraíba**. São José dos Campos: INPE. 122 p. 1998.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957.

## CAPÍTULO III

---

CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES  
ENTRE GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA A  
PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO E  
GEOPROCESSAMENTO NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA,  
SERGIPE – BRASIL

REVISTA GEOCIÊNCIAS (UNESP)

# CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL

## SUMÁRIO

Introdução

Localização da área

Contexto Geológico

Contexto Geomorfológico

Metodologia

Resultados

Drenagem

Lineamentos

Representação Linear de Topos

Discussão

Considerações Finais

**RESUMO** – O uso de imagens de sensores remotos permite aplicações importantes para as Geociências. Neste artigo, a geotecnologia foi empregada no estudo das inter-relações geológico/geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba. A área de estudo está localizada no nordeste do estado de Sergipe. O objetivo principal do estudo é abordar técnicas de tratamento e análises de imagens multiespectrais e dados interferométricos, para compreender as

inter-relações geológico/geomorfológicas presentes na região. A partir dos dados SRTM e LANDSAT foram obtidas imagens sombreadas, que permitiram identificar os lineamentos, as representações lineares de topos, bem como o sistema de drenagem. Como passo seguinte, foram elaborados mapas de densidade e diagrama de rosetas, para subsidiar o estudo da bacia hidrográfica. O diagnóstico evidenciou que a rede de drenagem e a representação linear de topos na área são complexas e variáveis, apresentando densidades e padrões distintos controlados pelos lineamentos e pela litologia. A utilização dos dados de sensores remotos aliados às técnicas de geoprocessamento mostrou-se eficaz, uma vez que foi possível obter informações sobre as estruturas geológicas e o modelado.

**Palavras-chaves:** Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba; lineamentos; representação linear de topos; drenagem

CHARACTERIZATION OF THE INTERRELATION BETWEEN GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY FROM THE APPLICATION OF REMOTE SENSING AND GEOPROCESSING IN THE JAPARATUBA RIVER BASIN, SERGIPE – BRAZIL.

**ABSTRACT** - Remote sensing imagery has many important applications in the Geosciences. In this paper, Geotechnology was applied to the study of the geological/geomorphological interrelations of the Japaratuba River Basin. The study area is located in the northeastern portion of Sergipe, Brazil. The main objective of this study is to approach some techniques of treatment and analysis of multispectral images and interferometric data in order to understand the geological/geomorphological interrelations existent in the region. Shaded images were obtained from SRTM and LANDSAT data, which allowed to identify lineaments, linear representations of crest, as well as the drainage system. Further, density maps and rosette charts were created to support the study of the river basin. The results showed that the drainage network and the linear representation of crest in the area are complex and variable, presenting distinct densities and patterns that are controlled by lineaments and lithology. The use of remote sensing data, together

with geoprocessing techniques, proved to be effective since it was possible to obtain information regarding the geological structures and the modeling.

**Keywords:** Japaratuba River Basin; lineaments; linear representations of crest; drainage.

## INTRODUÇÃO

Tendo como base as feições lineares como drenagens, lineamentos e topos pode-se compreender os processos estruturais atuantes em uma região, chegando ao entendimento das inter-relações entre geologia e geomorfologia. Para tanto se faz necessário o uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, uma vez que é um dos mais importantes instrumentos para o estudo do meio físico, onde se podem obter informações fundamentais que subsidiarão os estudos de natureza ambiental (Batista, 2014) ou de outros temas.

Couto et al., (2011) afirmam que diversas pesquisas abordam de maneira analítica as características das feições lineares, em especial sobre a rede de drenagem. Os estudos são baseados no princípio de que, os cursos d'água são governados pela gravidade e estes reagem de maneira rápida às imperfeições do modelado e podem assim ser utilizados para a busca de anomalias, que estejam condicionadas à fatores tectônicos (Penteado, 1978).

Os fatores condicionantes para as anomalias geológicas são a mudança de litologia e a presença de estruturas tais como lineamentos, falhas, dobras, estratificação e xistosidade. Batista (2014) afirma que as características da rocha definem a permeabilidade e a resistência ao intemperismo e, conseqüentemente, a suscetibilidade a erosão. O estudo dos processos erosivos e eventos tectônicos recentes são feitos por meio das técnicas morfométricas, a partir de parâmetros associados aos topos e drenagem.

A bacia hidrográfica vem sendo amplamente adotada como unidade territorial fundamental para a pesquisa, planejamento e gestão ambiental (Botelho e Silva, 2004). De acordo com Abdon (2004),

essa tendência acentuou-se com a adoção da Política Nacional de Recursos Hídricos, onde a formação de comitês e agências se faz necessária para a elaboração dos planos diretores de bacias hidrográficas.

A partir dos limites de uma bacia hidrográfica pode ser elaborada uma caracterização do meio físico, assim compreendendo as diversas inter-relações entre os diversos componentes fisiográficos.

A integração de informações relativas ao meio físico de bacias hidrográficas em sistemas computacionais, com o uso do geoprocessamento e sensoriamento remoto, torna-se uma importante ferramenta para a elaboração de produtos destinados a caracterização do meio físico da bacia hidrográfica, tais como, mapas temáticos, hipsometria, carta de declividade e modelos tridimensionais. De acordo com Braga *et al.* (2005), o cruzamento de tais produtos permite a geração de cartas temáticas relativas aos fatores ambientais da bacia hidrográfica, permitindo assim um melhor planejamento das ações a serem implementadas pelos gestores na bacia.

A Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba está localizada no nordeste do estado de Sergipe. É a única bacia hidrográfica totalmente inserida no Estado. Nasce na Serra da Boa Vista entre os municípios de Feira Nova e Graccho Cardoso, e deságua no Oceano Atlântico. Aragão *et al.* (2011) destacam como principais afluentes que compõem a bacia os rios: Siriri, pela margem direita e o Japaratuba Mirim pela margem esquerda. Essa bacia hidrográfica abrange 18 municípios sergipanos.

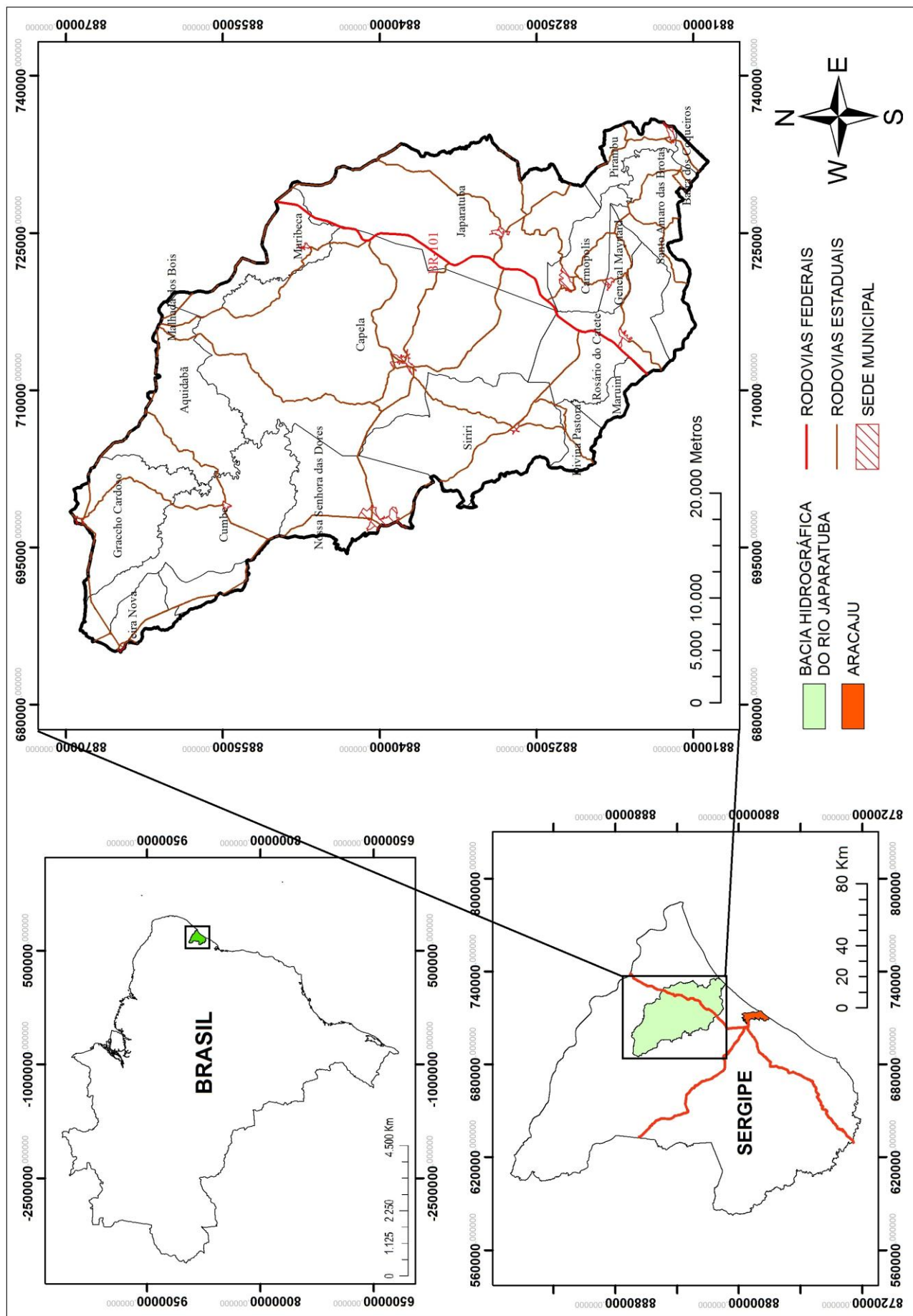
A pesquisa tem como objetivo promover o levantamento de dados a partir do sensoriamento remoto e geoprocessamento, para caracterizar as inter-relações geológico-geomorfológicas existentes na área de estudo, além de elaborar uma série de produtos cartográficos, que possam servir de suporte para um zoneamento geoambiental.

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**

A área de estudo (Figura 1) compreende partes dos municípios de Aquidabã, Barra dos Coqueiros, Capela, Carmópolis, Cumbe, Divina Pastora, Feira Nova, General Maynard, Graccho Cardoso, Japaratuba, Malhada dos Bois, Maruim, Muribeca, Nossa Senhora das Dores, Pirambu, Rosário do Catete, Santo Amaro das Brotas e Siriri, localizados nas folhas de Graccho Cardoso (SC-24-Z-B-I), Propriá (SC-24-Z-B-II), Aracaju (SC-24-Z-B-IV) e Japaratuba (SC-24-Z-B-V).

A principal via de acesso é a BR- 101, além das rodovias estaduais SE-102, SE-104, SE-204 e SE-306, dentre outras estradas vicinais não pavimentadas, que completam a malha viária da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.





**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A geologia na área de estudo está representada pela Faixa de Dobramentos Sergipana (Bueno, 2008; Del Rey, 1995, 1999; Oliveira, 2010) e a Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas (Campos Neto et al. 2007) (Figura 2). Com base nos dados obtidos através do estudo de imagens orbitais, visitas técnicas ao campo e análise da literatura existente pode-se apurar que a compartimentação geotectônica do território é em grande parte herdada da orogênese Brasileira/Pan-Africana, evento este registrado nas faixas de dobramentos que circundam os cratões (Uhlein et al., 2011).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, como representantes da Faixa de Dobramentos Sergipana, tem-se os domínios Vaza-Barris e Macururé, amplamente estudados por Davison (1989), dentre outros.

O Domínio Vaza-Barris é composto por dois grupos: o Miaba e o Vaza-Barris. Este domínio foi deformado por diversos eventos ao longo do tempo geológico. Na área de estudo, o único representante deste domínio é o Grupo Vaza-barris, que é composto pelas formações Olhos D'Água, Palestina e Frei Paulo.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, a única formação aflorante do Grupo Vaza-Barris é a Formação Frei Paulo descrita na literatura por Santos (2001) e Oliveira (2010) como filitos siltosos, metarenitos impuros e metarritmitos. Santos (2001) ainda afirmou que os contrastes e diferentes espessuras das rochas dessa formação possibilitaram o registro da tectônica compressional que afetou o Domínio Vaza-Barris.

O Domínio Macururé por sua vez é composto pelo Grupo Macururé, predominantemente metapelítico e com grande variação faciológica. Jardim de Sá (1994) interpreta seus litotipos como turbiditos de natureza *flyschoides*. Este grupo também apresenta deformação polifásica e o metamorfismo é da fácies amfiblito. Como característica marcante deste domínio, destaca-se a

presença de corpos graníticos de natureza tardi a pós-tectônicos. Conforme Santos (2001), o Domínio Macururé representa um nível crustal inferior em relação ao Domínio Vaza-Barris.

Na área de estudo como rochas representantes do Grupo Macururé, ocorrem os micaxistos granadíferos, quartzitos metarenitos finos e metagrauvacas, sendo os micaxistos granadíferos a mais abundante associação litológica. É importante ressaltar que, na porção oeste da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba ocorrem corpos graníticos, sendo estes associados ao Domínio Macururé apresentando composição granítica a granodiorítica.

Parte da bacia hidrográfica estudada está inserida na Bacia Sedimentar Sergipe-Alagoas e seu embasamento é composto por rochas de idades Proterozoicas associadas aos grupos Vaza-Barris e Miaba (Campos Neto et al., 2007).

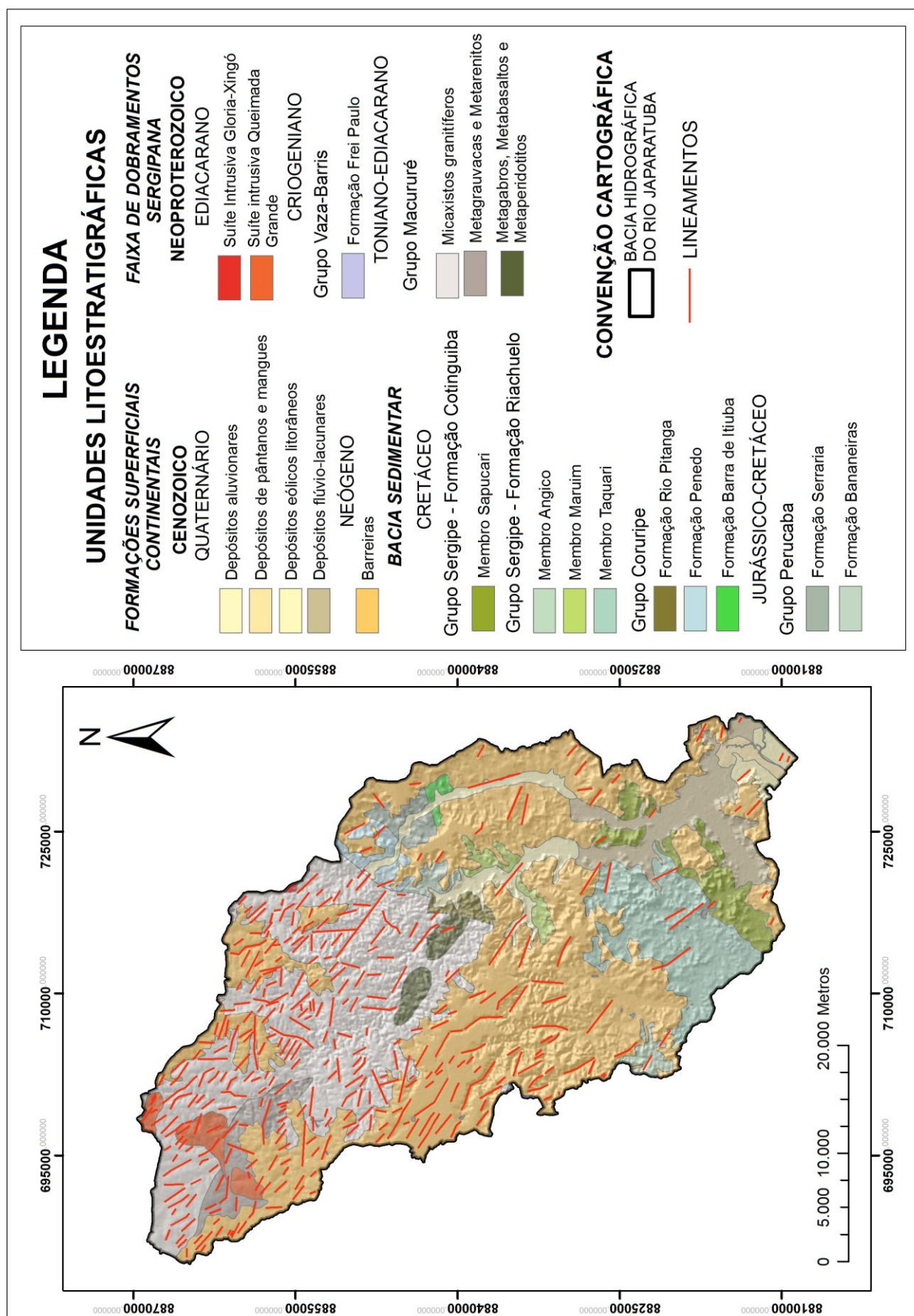
O Grupo Perucaba caracteriza-se, segundo Souza-Lima *et al.* (2002), como um conjunto de rochas de idade juro-cretácea formado dentro do estágio de pré-rifte de sedimentação num contexto flúvio-lacustre, sendo dividido nas formações: Bananeiras, Candeeiro e Serraria. Deste grupo, na bacia hidrográfica se encontram as formações Bananeiras (folhelhos vermelhos) e Serraria (arenitos de granulação grossa).

Na fase rifte foi depositado o Grupo Coruripe que segundo Campos Neto *et al.* (2007), é configurado como um sistema deposicional alúvio-deltaico, preservado nas formações: Feliz Deserto, Rio Pitanga, Penedo, Coqueiro Seco, Morro do Chaves, Barra de Itiúba e Muribeca, sendo esta última dividida nos membros: Oiterinhos, Imbura e Carmopolis. Na área de estudo afloram as rochas das Formações: Barra de Itiúba composta por folhelhos cinza-esverdeados intercalados com arenitos finos; Penedo, constituída por rochas areníticas com retrabalhamento eólico; Rio Pitanga, composta por conglomerados aluviais.

De acordo com Campos Neto et al. (2007), o Grupo Sergipe pertence a fase drifte da Bacia Sergipe-Alagoas e é representado pelas formações: Riachuelo, Cotinguiba e Calumbi. Na bacia

hidrográfica estudada estão presentes a Formação Riachuelo com os Membros Taquari (calcilutitos e folhelhos), Maruim (bioconstruções algais e bancos carbonáticos) e Angico (rochas siliciclasticas grossas) aflorantes e a Formação Cotinguiba com o Membro Sapucari (calcilutitos).

As formações superficiais continentais completam a sequência de deposição e na área de estudo são representadas pela Formação Barreiras, depósitos flúvio-lacustres, depósitos eólicos litorâneos, depósitos de pântanos e mangues e depósitos aluvionares.



**Figura 2.** Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba (Modificado de CPRM, 2014).

## CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

De acordo com Correia et al. (2012), a Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba está compartimentada nas seguintes unidades geomorfológicas: planície costeira, planície flúvio-lagunar, tabuleiros costeiro e superfícies interioranas dissecadas (Figura 3).

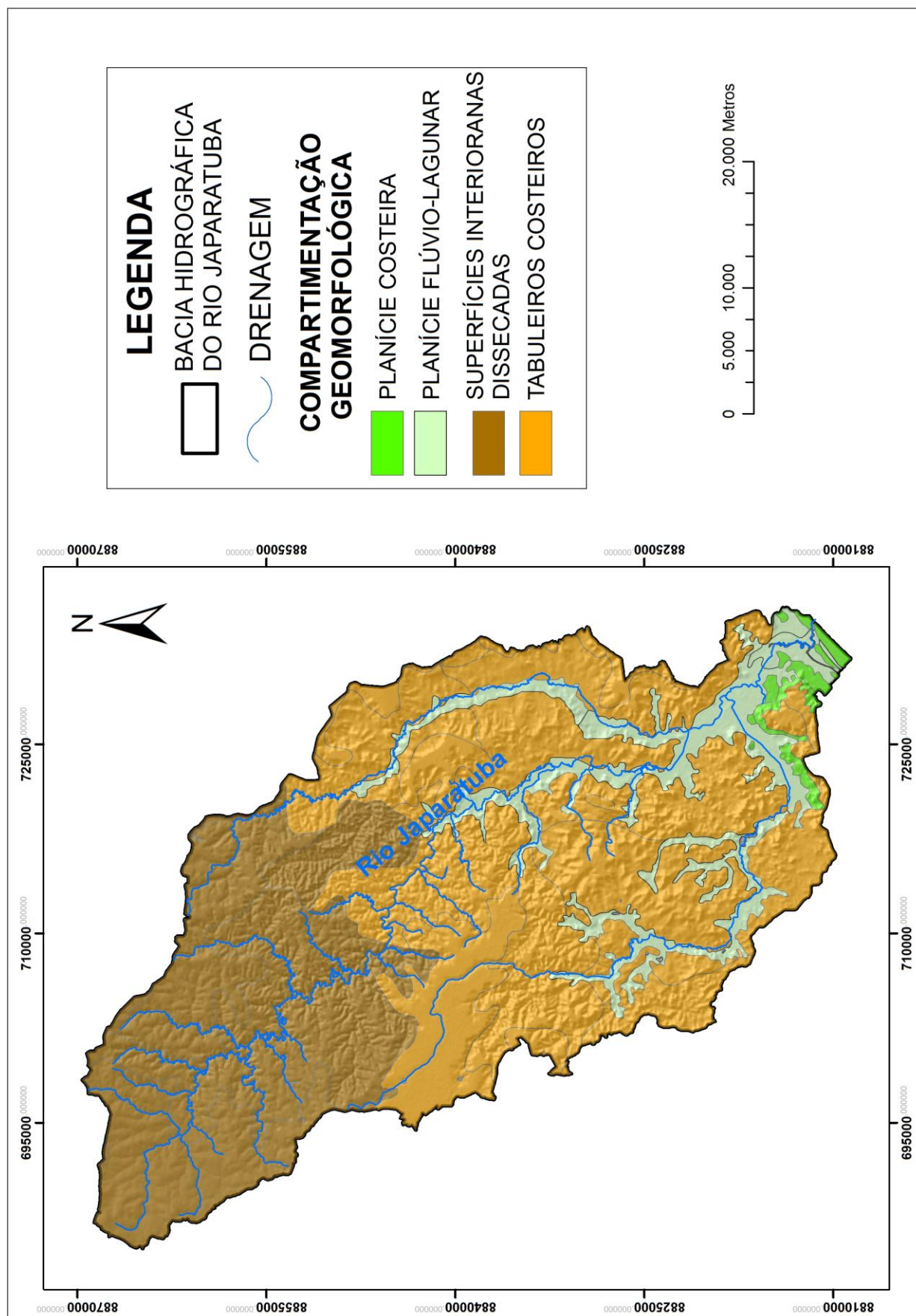
A planície costeira apresenta maior expressão areal na dependência do recuo dos tabuleiros costeiros. É drenada por cursos d'água, dos quais o Rio Japarutuba e, secundariamente, os córregos Raspadinho, Catu e Estiva contribuem para a sedimentação quaternária.

Ao norte da calha do Rio Japarutuba, a planície flúvio-lagunar ocupa grande parte da planície costeira formada por uma zona de depressão lagunar remanescente e fechada por uma barreira arenosa. Colonizada por vegetação que protege essa paisagem topográfica dos processos erosivos, principalmente a ação eólica.

A unidade geomorfológica tabuleiros costeiros apresenta diferentes graus de preservação ocupando aproximadamente 40% da superfície da bacia. A existência da superfície tabular constitui o testemunho da antiga superfície de topo. Segundo Correia et al. (2012) o recuo do nível de topo cedeu lugar à superfície dissecada em colinas, morros com topos planos e interflúvios tabulares.

As superfícies dissecadas interioranas formam um sistema de entalhamento da rede fluvial, controlado pela variação litológica e pela intensidade dos lineamentos geológicos, alterando-se de acordo com a resistência das rochas presentes na região.





**Figura 3.** Mapa geomorfológico da área de estudo.

## METODOLOGIA

Para a elaboração do mapeamento das feições lineares da Bacia Hidrográfica do Rio Japarutaba, foram utilizadas imagens LANDSAT 7 ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) com resolução de 30 metros e dados SRTM da NASA, tratados pelo projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O conjunto de dados posteriormente descrito foi utilizado para a elaboração do modelo numérico do terreno e da extração automática de lineamentos, topos e drenagem.

Segundo Batista et al. (2014) é possível aproveitar os fatores positivos de cada tipo de dado na elaboração do produto final, para que este tenha uma boa quantidade de informações. As análises estatísticas dos dados vetoriais, sua extração automática, bem como a correlação de seus atributos geológicos e geomorfológicos foram realizados por meio dos *softwares*: Spring, Global Mapper, ArcGis e Geomatica.

A drenagem foi gerada a partir do Modelo Numérico do Terreno, obtido dos dados SRTM, reamostrados para 30 metros através do projeto TOPODATA. A rede de drenagem automatizada foi extraída utilizando a metodologia de Ros & Borga (1997), que consiste na combinação do reconhecimento de pixels côncavos como potenciais pontos de transmissão (*Flow direction*) e na atribuição de um sentido de drenagem para cada célula do MNT, e a derivação posterior da rede de drenagem (*Flow Accumulation*). Os dados foram obtidos através do *software* Arcgis, módulo *Spatial Analyst Tools*, ferramenta *Hydrology*.

Pautado na metodologia desenvolvida por Smith & Clark (2005), Conceição et al. (2013) e Hashim et al. (2013), os quais utilizaram imagens orbitais e o relevo sombreado para a extração dos lineamentos, através de um algoritmo implementado no *software* Geomatica. O procedimento desenvolvido por Conceição et al. (2013) consiste em transformar feições lineares contidas nas imagens em um segmento vetorial de forma automática. No *software* Geomatica, módulo *Focus* é necessário carregar o relevo sombreado e após escolhidos os parâmetros que melhor representam a escala e a área trabalhada. O *software* gera um mapa de lineamentos pré-liminar e em seguida é



carregada a imagem LANDSAT, para que assim falsos lineamentos possam ser retirados do arquivo final. Por fim é gerado um *raster* com as estruturas da região, que posteriormente é vetorizado de forma automática pelo *software* resultando no mapa de lineamentos.

Para a extração automática de topos, o *software* calculou a partir dos pontos de máximo e mínimo das feições topográficas, o valor de altitude correspondente a dois terços do máximo e gerou isolinhas das altitudes dos topos. Estas isolinhas são armazenadas em um Plano de Informação temático. Este processo é realizado pelo *software* global mapper no módulo *Analysis*, ferramenta *find ridge line*.

Após a compilação dos dados de estruturas lineares foi necessário agrupá-los em diagramas de roseta. Segundo Reeves et al. (1983) e Souza Jr.(1998), os diagramas podem apresentar formas circulares, semicirculares ou em estrela. Os diagramas indicam o número total de estruturas lineares nas várias direções, a sua frequência ou o seu comprimento acumulado. Este tipo de diagrama é geralmente utilizado para mostrar as direções estruturais dominantes e suas variações. Nesta pesquisa, o diagrama de rosetas foi usado para identificação das feições geológicas, como também a direção principal da drenagem e dos topos. O *software* utilizado para a obtenção dos diagramas foi o *OpenStereo*.

Com a obtenção dos lineamentos, drenagem e topos foram estimadas as suas densidades dentro da área de estudo, aplicando o estimador de densidade kernel, presente na extensão *Spatial Analyst* do *software* ArcGis. Souza *et al.* (2013) explicam que o estimador de densidade kernel desenha uma vizinhança circular ao redor da cada ponto da amostra, correspondendo ao raio de influência e então é aplicada uma função matemática de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor para a célula é a soma dos valores kernel sobrepostos e divididos pela área de cada raio de pesquisa (Silverman, 1986). A partir da densidade de kernel foram obtidos três mapas.

## RESULTADOS

### DRENAGEM

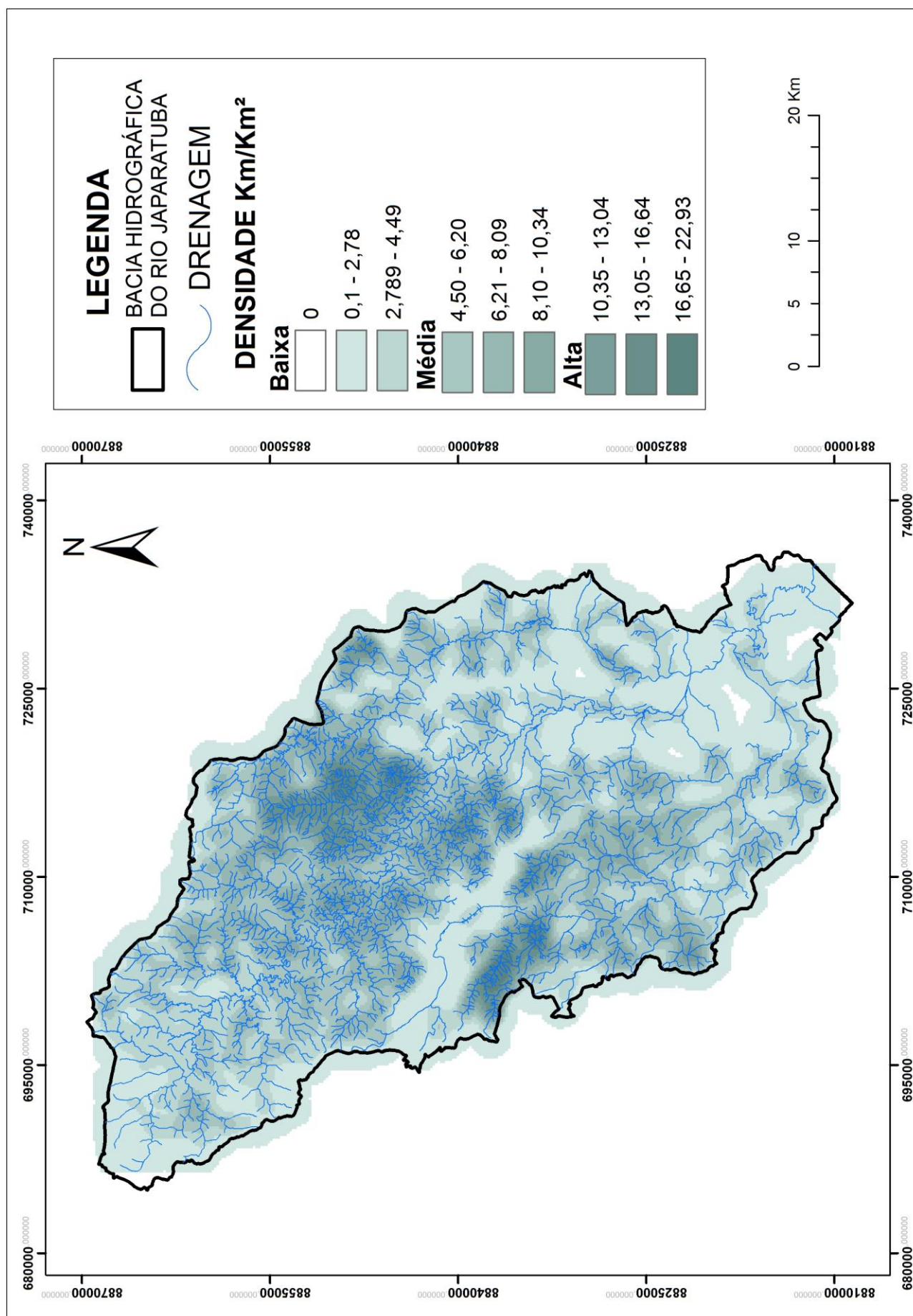
A rede hídrica foi obtida de forma automática (Figura 4), a qual apresenta uma rede hídrica diversificada. Segundo o modelo de Strahler (1957) é possível encontrar rios de primeira, segunda, terceira e quarta hierarquia.

Os padrões de drenagem apresentam-se em três grandes compartimentos. Na porção NW, a área é composta por rochas do Domínio Macururé cobertas em pequenas áreas pela Formação Barreiras, onde se localizam grande parte das nascentes da região. A drenagem acompanha os lineamentos estruturais apresentando um padrão retangular e a densidade dos canais varia de baixa à média.

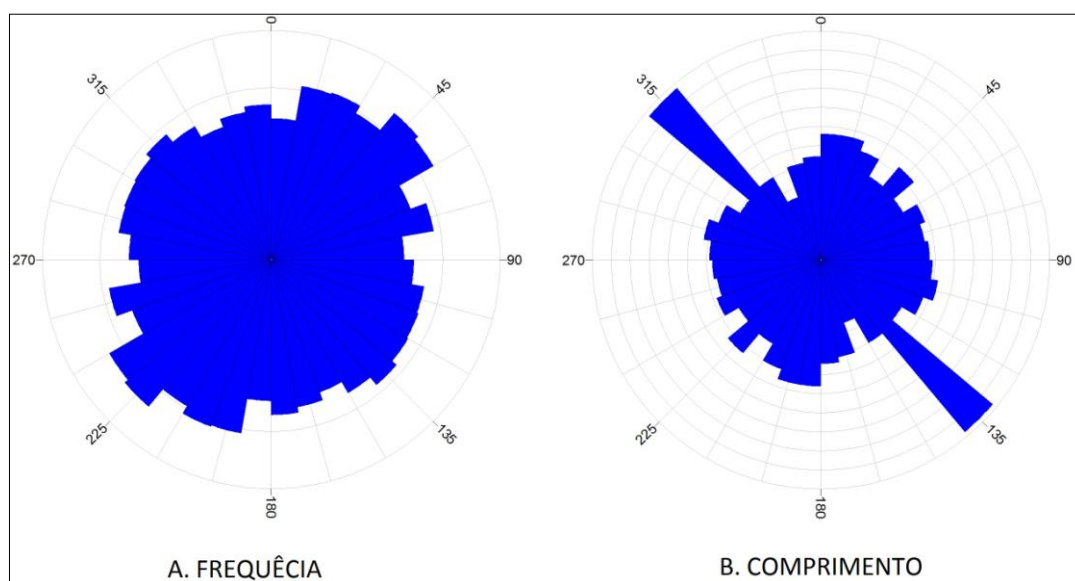
Pode-se verificar na figura 4, uma maior presença de drenagens na zona central da bacia hidrográfica, contribuindo para uma alta densidade dos canais, sendo está uma zona com alto índice de erosão e possível baixa permeabilidade do substrato, induzindo ao fluxo superficial, já que a litologia da região é predominantemente composta por rochas do Domínio Macururé, de composição granítica a granodiorítica. As drenagens da porção central da bacia estão organizadas em ramificações irregulares com diversas direções.

O padrão de drenagem do setor SE é diferente dos demais, uma vez que o setor está situado nas rochas sedimentares da sub-bacia de Sergipe, formada por rochas com maior permoporosidade permitindo uma maior dissecação. Nesse setor, o número de canais é menor, com comportamento dendrítico de baixa densidade. As rochas desse setor apresentam maior permoporosidade que as demais contribuindo para a diminuição dos canais mesmo com uma carga pluvial maior.

A roseta de frequência (Figura 5A) indica uma ampla distribuição quanto à direção dos canais, já a roseta de comprimento (Figura 5B) evidencia a direção principal NW/SE que é a mesma do principal rio da bacia, o Japaratuba.



**Figura 4.** Drenagem e densidade de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.



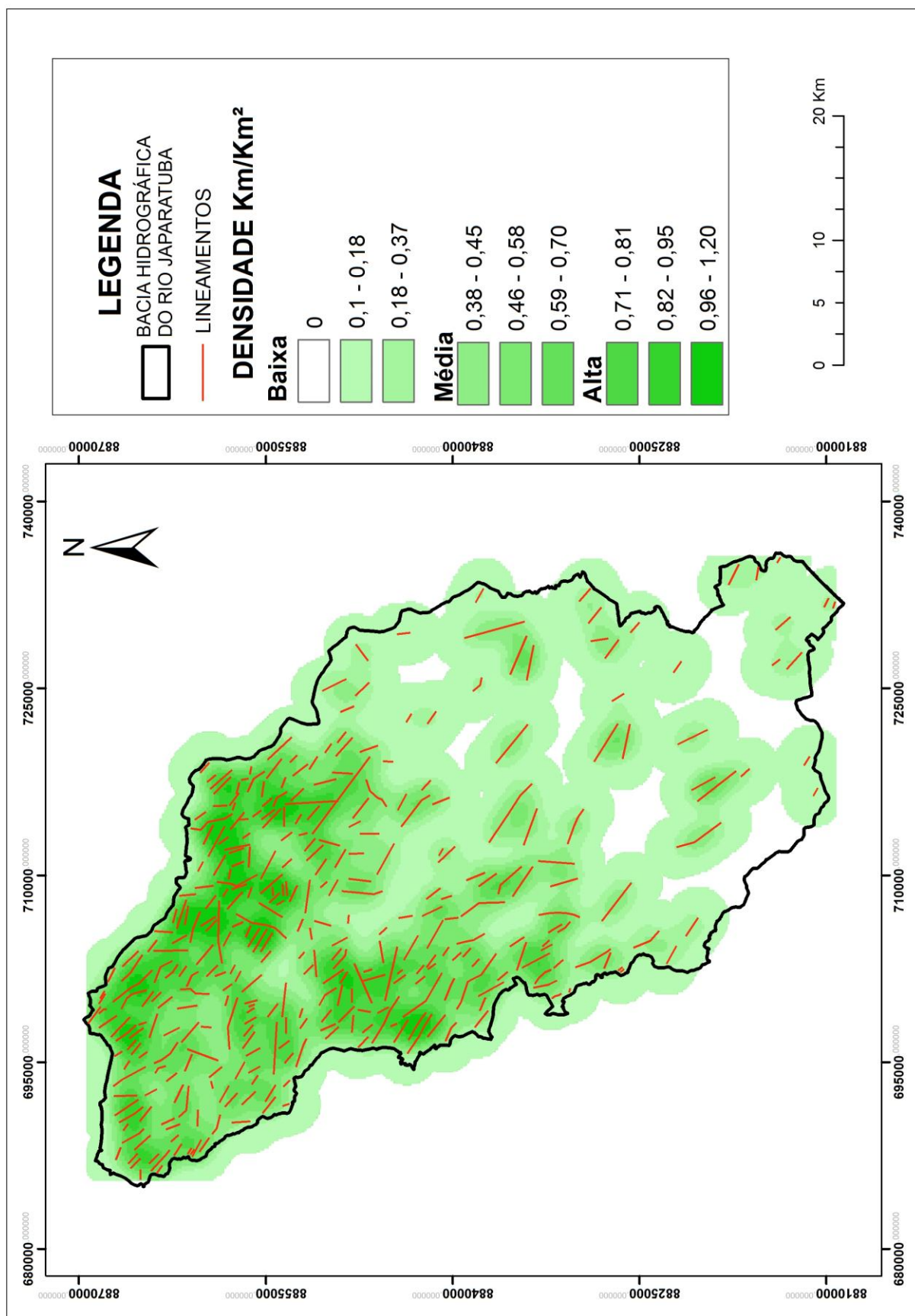
**Figura 5.** Diagrama de rosetas de drenagem: A. frequência absoluta e B. comprimento absoluto.

## LINEAMENTOS

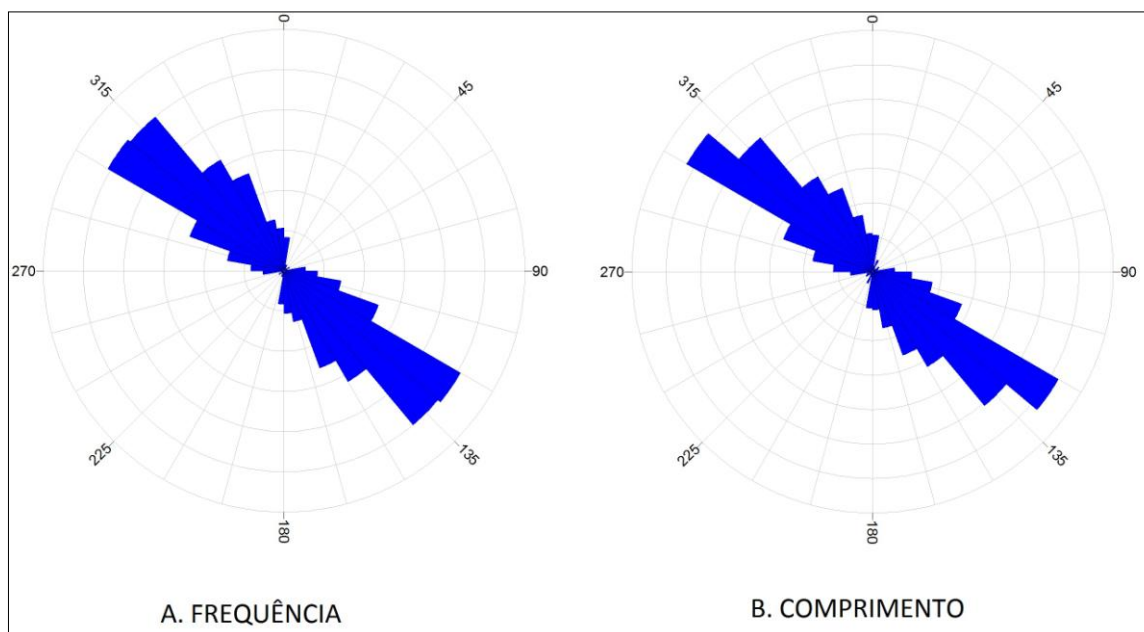
Para a extração de lineamentos foram elaboradas imagens de relevo sombreado, aplicando a iluminação artificial em duas direções, sendo uma delas perpendicular e outra paralela à direção das principais estruturas, como proposto na metodologia.

Por meio dos mapas de lineamento e densidade de lineamentos (Figura 6), nota-se que a região composta pelas rochas metamórficas dos domínios Vaza-Barris e Macururé apresentam maior quantidade de lineamentos que as rochas sedimentares da bacia, principalmente na região das formações superficiais continentais. Os setores NW e central da área de estudo contam com o maior número de lineamentos e consequentemente com uma alta densidade correspondendo aos processos geológicos descritos por Oliveira et al. (2010).

Os diagramas de roseta representam as principais direções de lineamentos, em termos de frequência absoluta (Figura 7A) e comprimento (Figura 7B). Fica evidente a direção preferencial NW-SE, que deve refletir fraturas e falhas do embasamento cristalino.



**Figura 6.** Lineamentos e densidade de lineamentos da área de estudo.



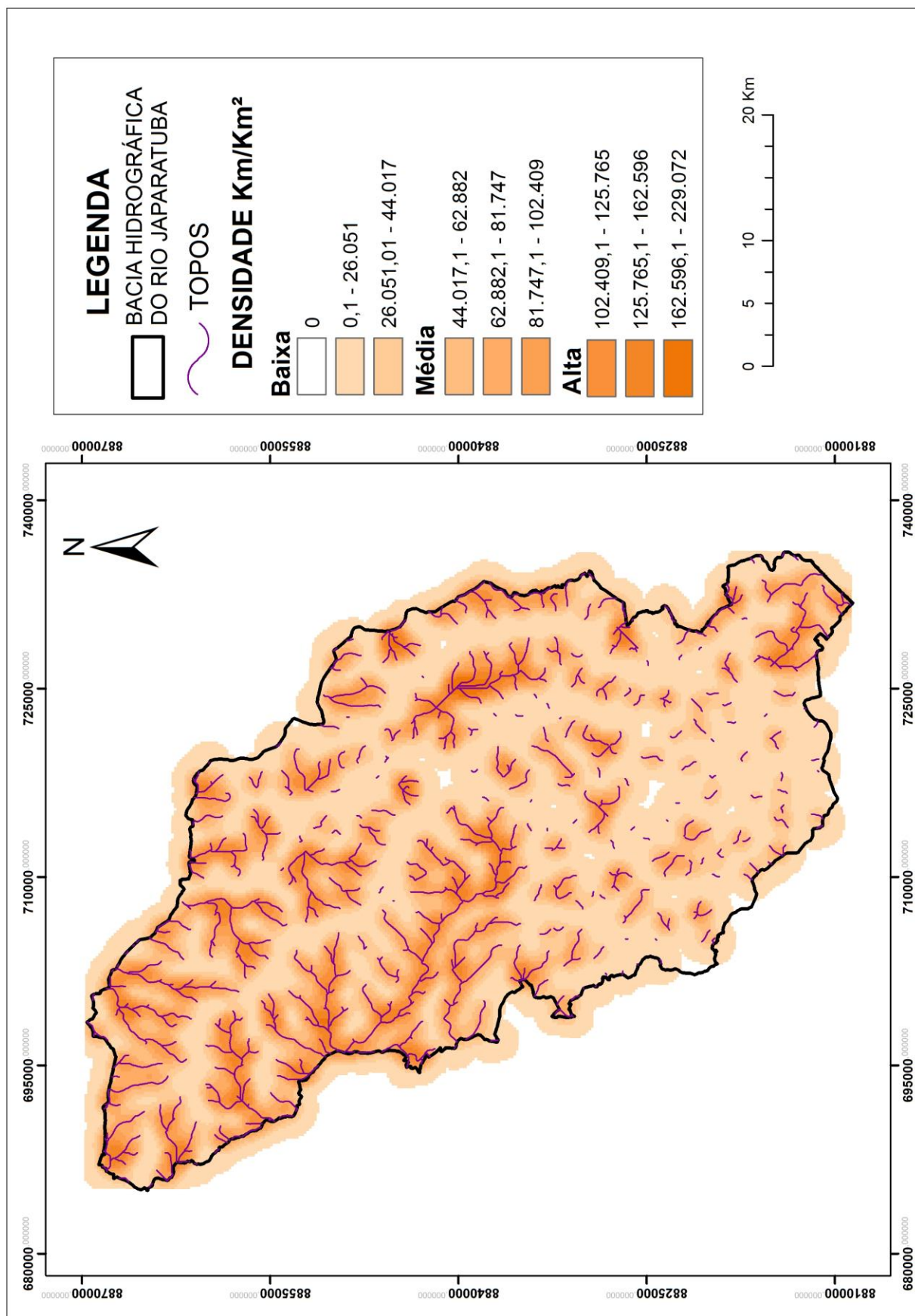
**Figura 7.** Diagramas de roseta de lineamentos com direção preferencial NW/SE: A. frequência absoluta e B. comprimento absoluto.

## REPRESENTAÇÃO LINEAR DE TOPOS

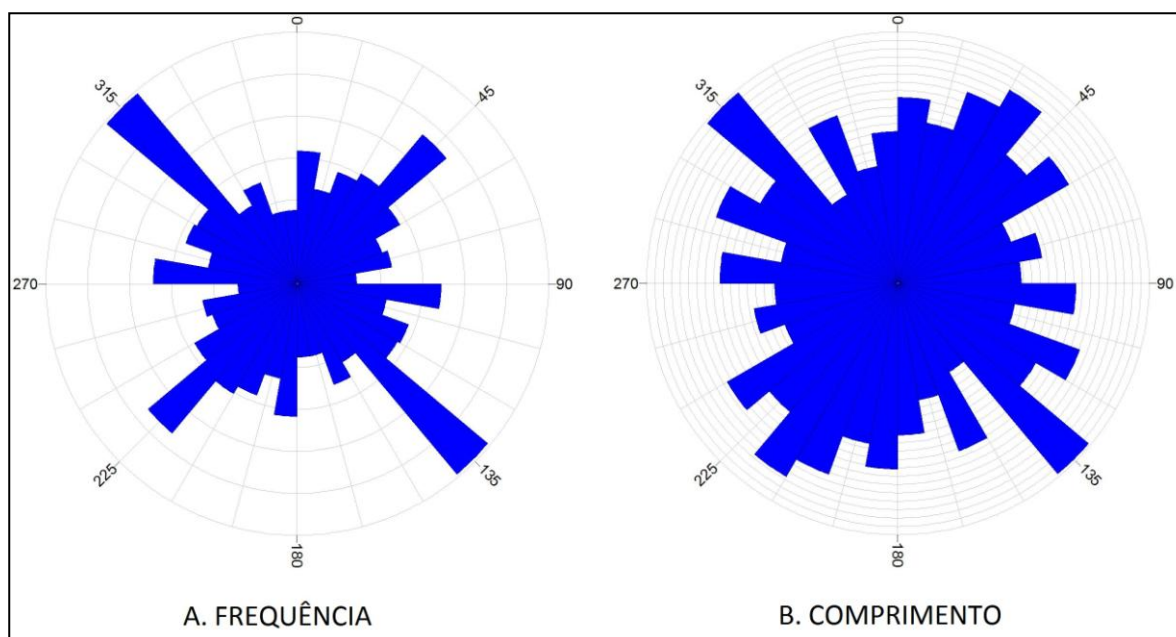
De acordo com a definição de Guerra (2008), topos são as partes mais elevadas de um morro ou de uma elevação. A partir deste conceito e da metodologia discutida neste artigo foi elaborada uma representação linear dos topos (Figura 8). A Bacia Hidrográfica do Rio Japarutuba tem relevo suave com poucos altos estruturais. É importante salientar que o maior número de representações lineares de topos foi encontrado nas bordas da bacia hidrográfica do setor NW associados às rochas da Faixa de Dobramentos Sergipana. O mapa de densidade para topos (Figura 8) confirma a baixa densidade no setor SE e a alta densidade no setor NW atrelada a litologia e aos processos atuantes na região.

Os diagramas de rosetas para extração linear de topos (Figura 9A) apresentam como direção principal NW-SE, assim como visto nos diagramas de lineamentos. Vale ressaltar uma direção preferencial subordinada nesse conjunto de diagramas, com sentido NE-SW (Figura 9B), que está associada ao retrabalhamento do modelado através das drenagens de segunda, terceira e quarta ordem, condicionados a geologia da área de estudo.





**Figura 8.** Mapa de representação linear de topos e sua densidade na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.



**Figura 9.** Diagrama de roseta da representação linear de topos: A. frequência absoluta, onde pode se constatar a direção NW/SE; B. comprimento absoluto.

## DISCUSSÃO

Com base na interpretação dos lineamentos estruturais extraídas de forma automática, pode-se reconhecer 3 setores distintos:

O setor NW, topograficamente o mais alto, compreendendo parte da Serra da Boa Vista, local da nascente do Rio Japarutuba. Na região, a drenagem é geralmente encaixada nas estruturas com direção predominante NW-SE. O setor apresenta alta densidade de lineamentos (Figura 6) correspondendo a pequenas fraturas, falhas e outros tipos de descontinuidades, que por vezes controlam a geomorfologia representada pelas superfícies interioranas dissecadas (topos em cristas) e evidenciados pela alta densidade deste setor (Figura 8).

O setor central, geologicamente diversificado, contendo rochas da Faixa de Dobramentos Sergipana e rochas sedimentares da sub-bacia de Sergipe, apresenta alta densidade de lineamentos (Figura 6) associadas a pequenas fraturas e falhas. A drenagem é diversificada devido à baixa



permeabilidade das rochas do Grupo Macururé com isso observa-se na figura 4 uma alta densidade de drenagem neste setor.

Já o setor SE está completamente inserido da Bacia Sedimentar SE-AL, apresenta baixa densidade de lineamentos (Figura 6), drenagens (Figura 5) e topos (Figura 8), devido às características litológicas e estruturais e compõem a região.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de técnicas e imagens radiométricas no estudo das feições lineares se mostra um importante recurso na obtenção de dados estruturais e na diferenciação de setores geológico/geomorfológicos. A metodologia aplicada nesta pesquisa permitiu a vetorização de mais de 320 lineamentos na Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba, bem como a extração da drenagem e dos topos.

Verifica-se que a maior parte dos lineamentos segue o *trend* regional, como mostrado nos diagramas de roseta. A maior densidade de estruturas concentra-se no setor NW.

A drenagem principal também segue o *trend* regional como visto na roseta de comprimento de drenagem (Figura 5). As demais apresentam-se com comportamento variável como destacado no diagrama de roseta de frequência (Figura 5). Os aspectos geomorfológicos das drenagens, segundo Couto et al. (2011) estão relacionados aos fenômenos denudacionais, pela erosão diferencial e pelas alternâncias climáticas. Vale ressaltar a importância dos condicionantes morfoestruturais para o entendimento da evolução da paisagem, uma vez que somente os fenômenos denudacionais não explicariam de forma integral, o modelado atual da Bacia Hidrográfica do Rio Japaratuba.

É importante ressaltar que os dados obtidos podem auxiliar no ordenamento territorial da área de estudo e que os dados são gerados de forma rápida e podem ser atualizados ao longo do tempo para o aprimoramento dos estudos dessa bacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária.** São Carlos, 2004, 297p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ARAGÃO R, ALMEIDA J.A.P., FIGUEIREDO E.E., SRINIVASAN V.S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 15, n. 7, p. 731-740, 2011
- BATISTA, C.T., VERÍSSIMO, C.U.V., AMARAL, W.S. Levantamento de feições estruturais lineares a partir de sensoriamento remoto – uma contribuição para o mapeamento geotécnico na Serra de Baturité, Ceará. **Geologia USP, Série Científica**, v. 14, n. 2, p. 67-82, 2014.
- BOTELHO, R. G. M., SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; Guerra, A. J. T. (Coordenadores), **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-192, 2004.
- BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J.G.L., MIERZWA, J.C., BARROS, M.T.L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N., EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 318 p. 2005.
- BUENO, J.F. **Geochemistry and chronology of collisional granites in the Sergipano Belt, Northeast of Brasil.** Campinas, 126 p., 2008, Tese ( doutorado em geologia) Universidade de Campinas.
- CAMPOS NETO, O.P.A., SOUZA-LIMA, W., CRUZ, F.E.G. Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim de Geociências Petrobras**, v. 15, nº 2, p. 405-415, 2007.
- CONCEIÇÃO R.A.C., SILVA A.Q. Extração automática de lineamentos utilizando imagens SRTM, Landsat ETM+ e ALOS PALSAR na região de Nobres, MT. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Artigos...** São José dos Campos: INPE, 2013, p. 3688-3695.
- CORREIA, A.L.F., FONTES, A.L., ALVES, N.M., COSTA, J.J. Estudo geomorfológico da Bacia do Rio Japarutuba (SE) como subsídio ao seu planejamento e gestão ambiental. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 9, 2012, Rio de Janeiro. **Artigos...** São Paulo: UGB, 2012.

COUTO, E.V., MANIERI, D.D., MANOSSO, F.C., FORTES, E. Correlação morfoestrutural da rede de drenagem e lineamentos da borda planáltica, Faxinal, Paraná. **Geociências**, v. 30, n. 3, p. 315-326, 2011.

CPRM- Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. **Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000**. Aracaju, 2014.

D'EL-REY SILVA, L.J.H. Basin infilling in the southern-central part of the Sergipano Belt (NE Brazil) and implications for the evolution of Pan-African/Brasiliano Cratons and Neoproterozoic cover. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 12, p. 453-470, 1999.

D'EL-REY SILVA, L.J.H., McCLAY, K.R. Stratigraphy of the southern part of the Sergipano Belt, NE Brazil: tectonic implications. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, p. 185-202, 1995.

DAVISON, I., SANTOS, R.A. Tectonic evolution of Sergipano Fold Belt, during the Brazilian Orogeny. **Pre-Cambrian Research**, v. 45, p. 319-342, 1989.

GEURRA A.T., GUERRA A.J.T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 648 p., 2008.

HASHIM, M., AHMAD, S., JOHARI, M.A.M., POUR, A.B. Automatic lineament extraction in a heavily vegetated region using Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+) imagery. **Advances in Space Research**. v. 51, n. 5, p. 874-890, 2013.

JARDIM DE SÁ, E.F. **A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana**. Brasília, 1994, 803p. Tese (Doutorado em geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, E.P., WINDLEY, B.F., ARAÚJO, M.N.C. The Neoproterozoic Sergipano orogenic belt, NE Brazil: A complete plate tectonic cycle in western Gondwana. **Precambrian Research**, v. 181, n.1, p. 64-84, 2010.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 154p., 1978.

REEVES R.G., ANSON A., LANDEN D. **Manual of remote sensing**. Falls Church: American Society of Photogrammetry. 2440 p. 1983.

ROS D., BORGA M. Use of Digital Elevation Model Data for the Derivation of the Geomorphological Instantaneous Unit Hydrograph. **Hydrological Processes**. v. 11, n. 1, p. 13-33, 1997.

SANTOS, R.A. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. **Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000**. Texto explicativo do Mapa Geológico do Estado de Sergipe. Brasília: CPRM/DIEDIG/DEPAT/CODISE, 152 P., 2001.

SILVERMAN, B.W. Density estimation for statistics and data analysis. In: **Monographs on Statistics and Applied Probability**, London: Chapman and Hall, 1986.

SMITH, M.J., CLARK, C.D. Methods for the visualization of digital elevation models for landform mapping. **Earth Surface Processes and Landforms**. v. 30, n. 7, p. 885-900, 2005.

SOUZA, N.P., SILVA, E.M.G.C., TEIXEIRA, M.D., LEITE, L.R., SOUZA, L.N., ACERBI JUNIOR, F.W., RESENDE, T.A. Aplicação do estimador de densidade Kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para a análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Artigos...** São José dos Campos: INPE, 2013, p. 4958-4965.

SOUZA-JUNIOR, M.A. **Sensoriamento remoto aplicado no estudo de estruturas geológicas com ocorrências de depósitos minerais, na porção centro-norte do Estado da Paraíba**. São José dos Campos, 1998. 122 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

SOUZA-LIMA, W., ANDRADE, E.J., BENGSTON, P., GALM, P.C. **A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigrafia e conteúdo fóssil**. Fundação Paleontológica Phoenix, Edição Especial, 31 p., 2002.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Trans. American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957.

UHLEIN, A., CAXITO, F.A., SANGLARD, J.C.D., UHLEIN G.J., SUCKAU, G.L. Estratigrafia e tectônica das faixas neoproterozóicas da porção norte do Craton do São Francisco. **Geonomos**, v. 19, n. 2, p.8-31, 2011.

## CAPÍTULO IV

---

### CONCLUSÕES

Com o termino da pesquisa pode-se afirmar que, o uso concomitante de imagens radiométricas e ópticas no estudo das feições lineares, se mostram um importante recurso na obtenção de dados geológico-geomorfológicos. A aplicação de filtros nos dados SRTM permitiu a visualização de 320 lineamentos na área de estudo, bem como a extração da drenagem e da representação linear de topos.

Constata-se que a maior parte dos lineamentos se encontra na região superior da bacia hidrográfica representada por rochas da Faixa de Dobramentos Sergipana. Verifica-se que as estruturas lineares seguem o *trend* regional.

A drenagem principal também segue o *trend* regional, as demais apresentam um comportamento variável por conta da erosão diferencial e das alternâncias climáticas.

Por fim vale resaltar, que os dados aqui obtidos podem ajudar o mapeamento e o ordenamento territorial da bacia hidrográfica e que os dados aqui gerados podem ser atualizados ao longo do tempo.

# ANEXOS

---

## ANEXO 1 – E-mail de agradecimento por submissão.

23/01/2017

Gmail - [GeoNordeste] Agradecimento pela Submissão



Sanmy Lima <sanmylima@gmail.com>

---

### [GeoNordeste] Agradecimento pela Submissão

1 mensagem

---

José Wellington Carvalho Vilar <geonordeste@gmail.com>  
Para: Sanmy Silveira Lima <sanmylima@gmail.com>

22 de janeiro de 2017 21:08

Sanmy Silveira Lima,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ESTUDO GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE - BRASIL" para Revista GeoNordeste. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:

<http://www.seer.ufs.br/index.php/geonordeste/author/submission/6028>

Login: sanmy

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

José Wellington Carvalho Vilar  
Revista GeoNordeste

—

Prof. Dr. José Wellington C. Vilar  
Editor da Revista GeoNordeste  
[www.geonordeste.ufs.br](http://www.geonordeste.ufs.br)



## ANEXO 2 - E-mail de agradecimento por submissão.

23/01/2017

Gmail - [Geociencias] Agradecimento pela Submissão



Sanmy Lima <sanmylima@gmail.com>

---

### [Geociencias] Agradecimento pela Submissão

1 mensagem

Prof. Dr. Norberto Morales <revigeoc@rc.unesp.br>  
Para: Sanmy Silveira Lima <sanmylima@gmail.com>

19 de janeiro de 2017 13:35

Sanmy Silveira Lima,

Agradecemos a submissão do seu manuscrito "CARACTERIZAÇÃO DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA A PARTIR DO SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAPARATUBA, SERGIPE – BRASIL" para Geosciences = Geociências. Através da interface de administração do sistema, utilizado para a submissão, será possível acompanhar o progresso do documento dentro do processo editorial, bastando logar no sistema localizado em:

URL do Manuscrito:

<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/author/submission/12139>

Login: sanmy

Em caso de dúvidas, envie suas questões para este email. Agradecemos mais uma vez considerar nossa revista como meio de transmitir ao público seu trabalho.

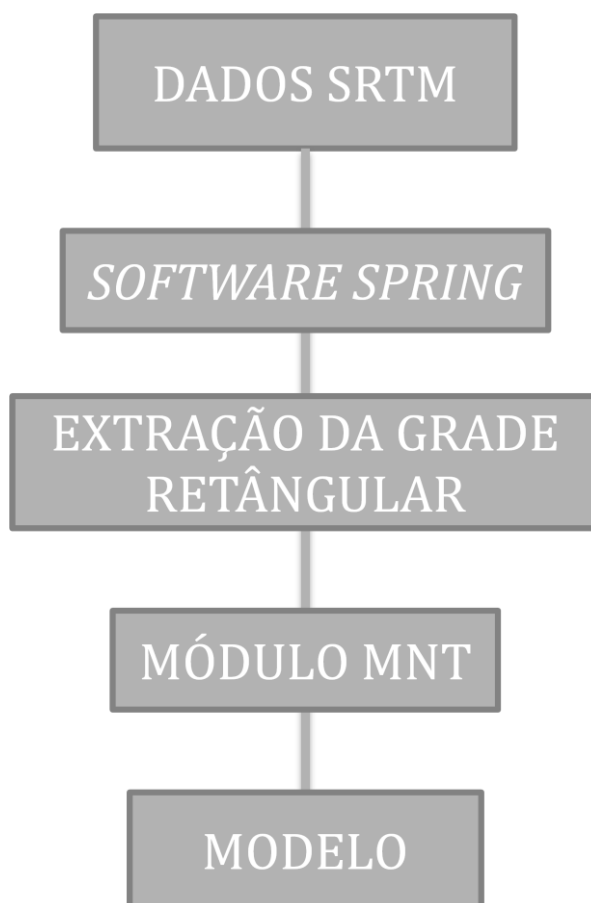
Prof. Dr. Norberto Morales  
Geosciences = Geociências

---

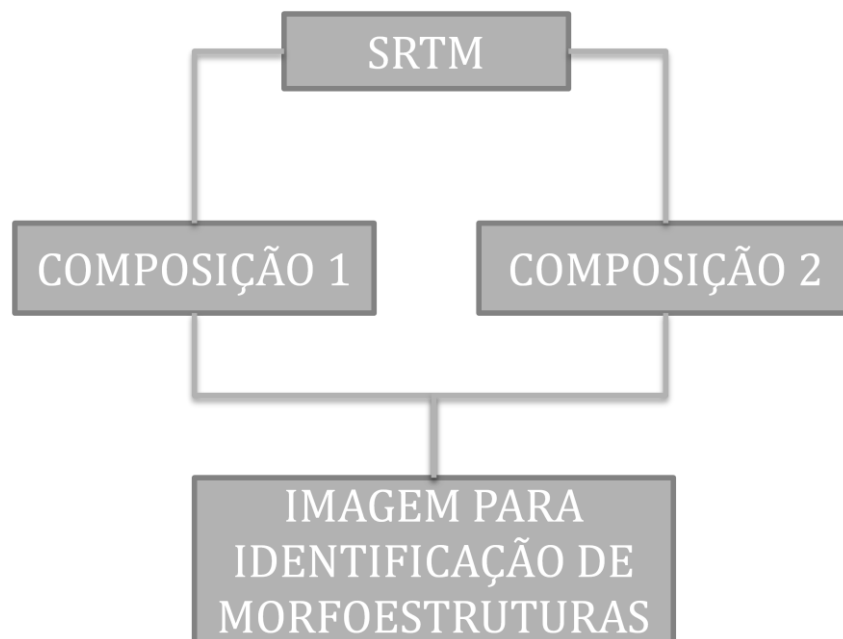
Geosciences = Geociências  
<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias>

**ANEXO 3** – Representação da metodologia por meio de fluxogramas.

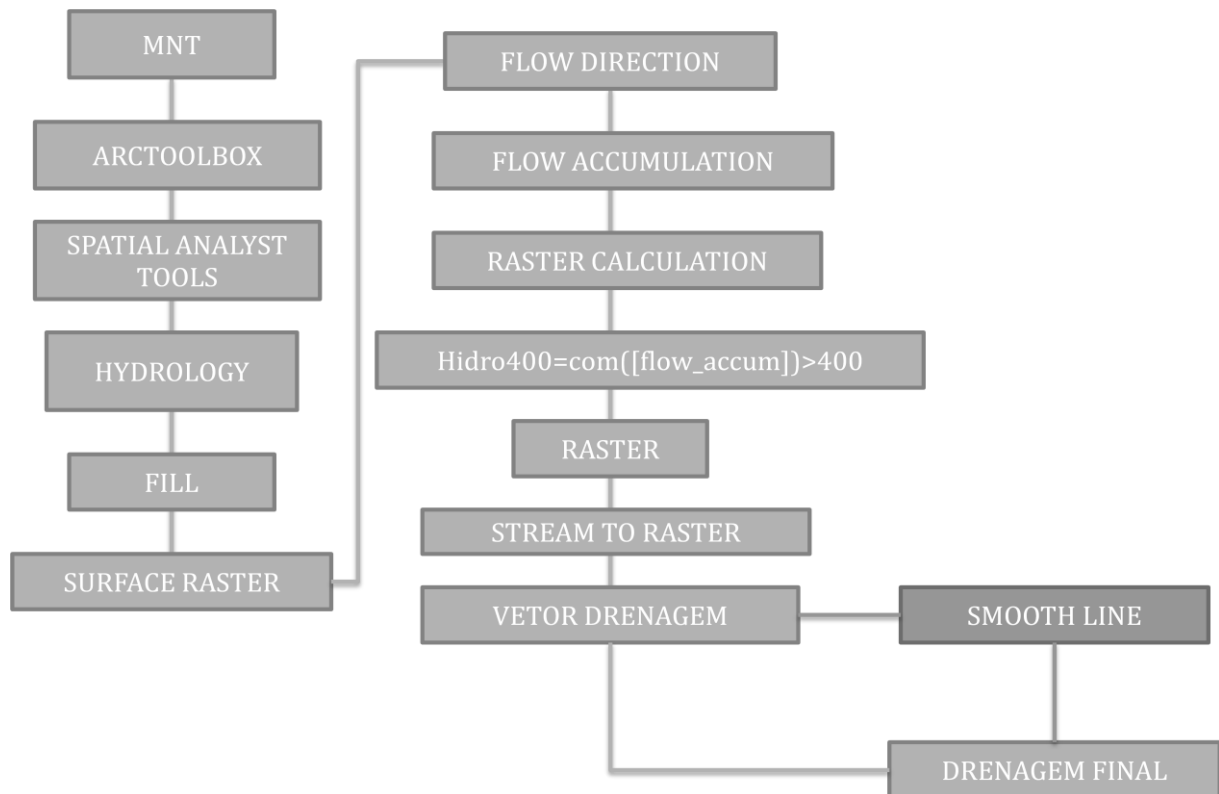
MODELO NUMÉRICO DO TERRENO



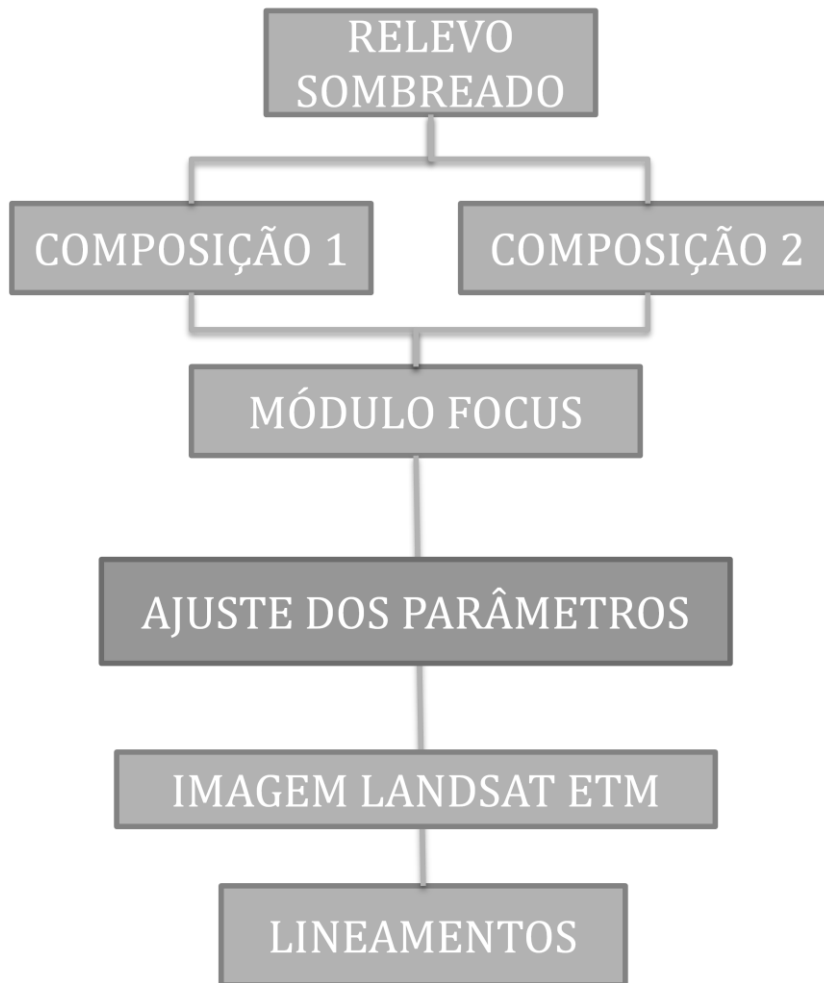
## RELEVO SOMBREADO



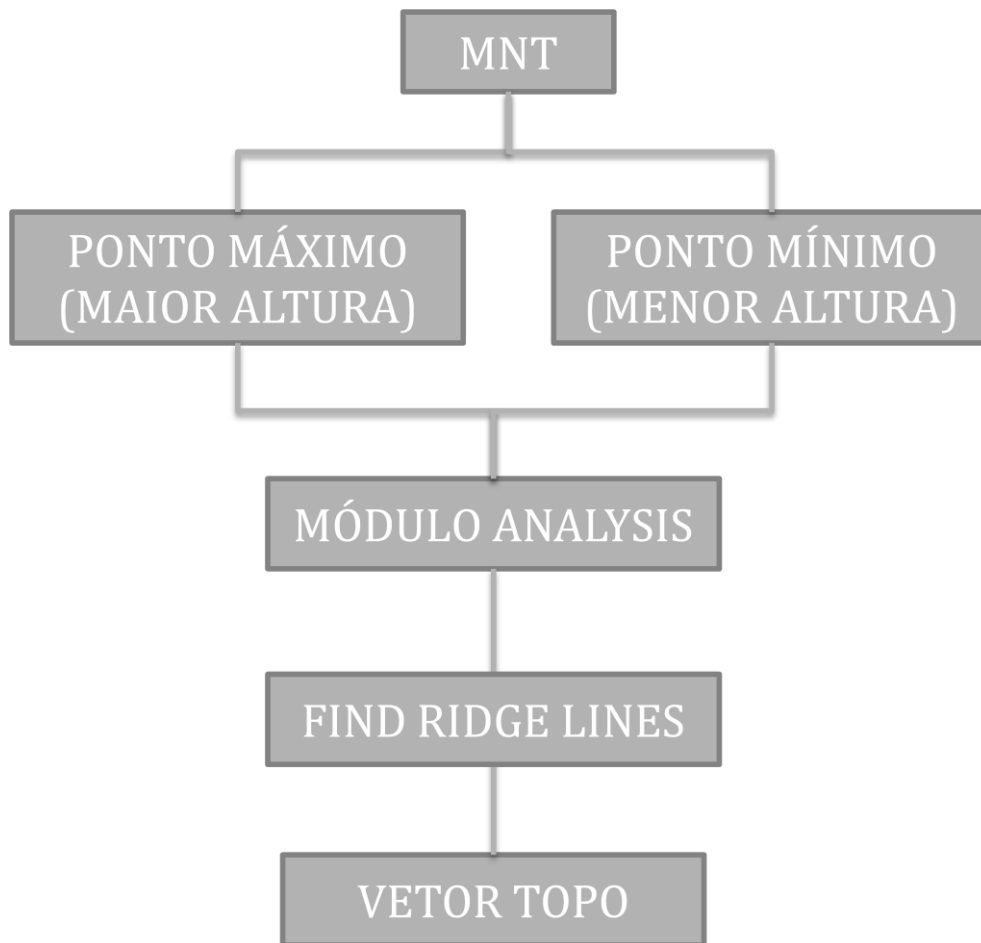
## DRENAGEM AUTOMÁTICA



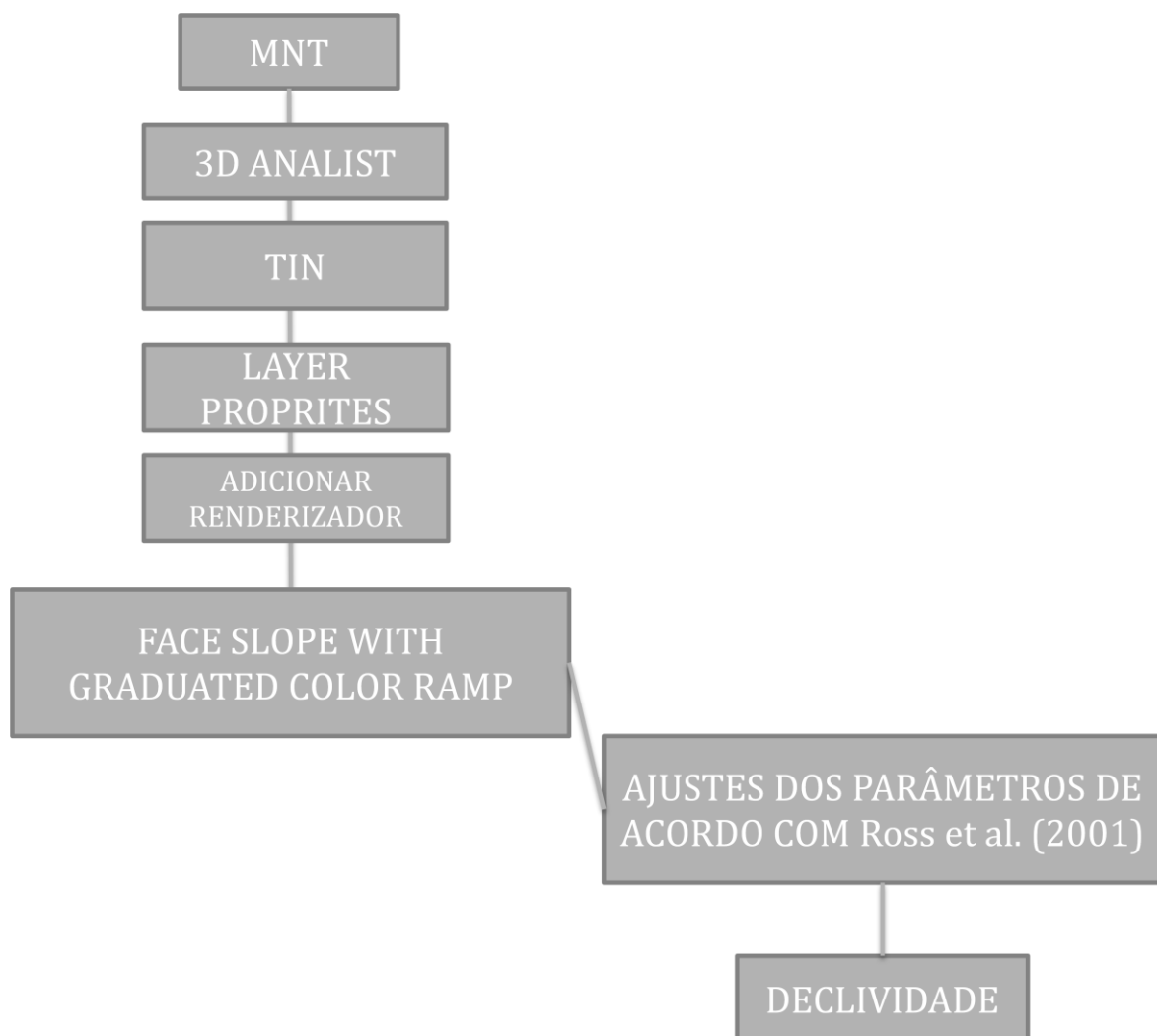
## LINEAMENTOS



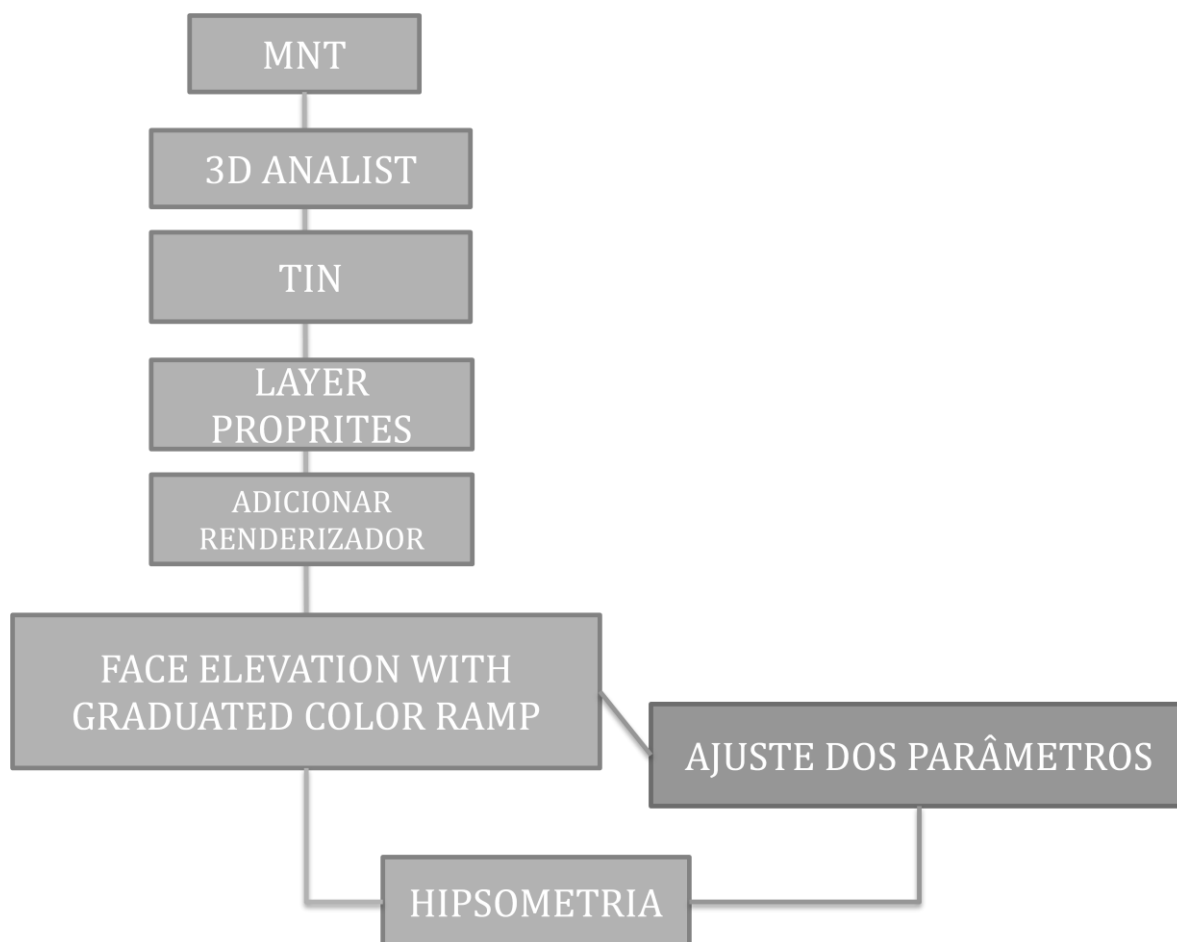
## EXTRAÇÃO LINEAR DE TOPOS



## DECLIVIDADE

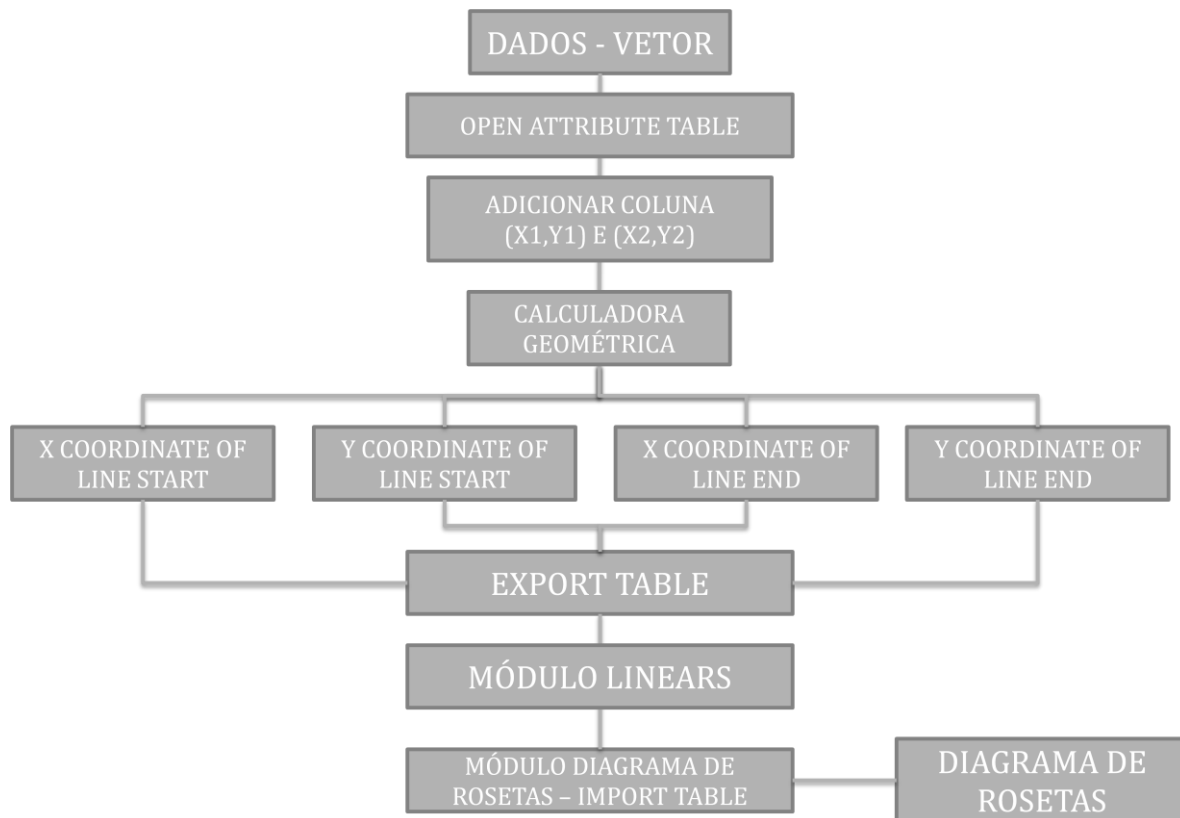


## HIPSOMETRIA





## DIAGRAMAS DE ROSETA



## DENSIDADE

